

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Максимов Алексей Юрьевич

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 17.10.2023 11:42:01

Уникальный программный ключ

8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

**Декан факультета машиностроения**



**Е. В. Сафонов /**

\_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Испытания на прочность и износостойкость. Надежность  
механических систем»**

Направление подготовки  
**15.03.01 «Машиностроение»**

Образовательная программа  
**«Машины и технологии обработки материалов давлением»**

Квалификация (степень) выпускника  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная**

Москва 2020

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки **15.03.01 Машиностроение, профиль подготовки (образовательная программа) «Машины и технологии обработки материалов давлением».**

**Программу составили:**

Профессор, к.т.н.

Старший преподаватель



/Баловнев Н.П./

/Дмитриева Л.А./

**Программа утверждена на заседании кафедры «Техническая механика»**

«    »                      2020 г. протокол №     

Заведующий кафедрой

профессор, д.ф-м.н.

/В.С.Бондарь/

Программа согласована с руководителем образовательной программы «Машины и технологии обработки материалов давлением» по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

«    »                      20   г.

/Е.В. Крутина/

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

Председатель комиссии

«  18  »   06   20  20   г. Протокол:   7-20  

/А.Н. Васильев/

Присвоен регистрационный номер:	15.03.01.01/03.2020. 12
---------------------------------	-------------------------

## **1. Цель освоения дисциплины**

К **основным целям** освоения дисциплины «**Испытания на прочность и износостойкость. Надежность механических систем**» следует отнести:

- знания теоретических основ испытаний на прочность и износостойкость;
- способы и аппаратуру испытаний;
- обработку и оценку результатов испытаний;
- освоение теоретических основ оценки надежности механических систем;
- правильное распознавание причин отказов;
- определение и использование вероятностных и статистических характеристик случайных событий (отказов) при расчете.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Испытание на прочность и износостойкость. Надежность механических систем» следует отнести:

- изучение основных вопросов испытаний на прочность (статические, ударные, усталостные и специальные испытания; испытания деталей и соединений);
- изучение основных вопросов испытаний на износостойкость (испытания на трение фрикционных материалов, испытания на износ при трении скольжения и при трении качения, испытания на специальные виды износа);
- применение различных статистических моделей случайных процессов для описания отказов проектируемых объектов;
- по данным испытаний или эксплуатации обработка статистического материала об отказах и расчет ожидаемых показателей надежности объекта;
- знание методов обеспечения надежности на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации;
- оценка размеров деталей машин заданной надежности при случайных нагрузках.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата**

Дисциплина «Испытание на прочность и износостойкость. Надежность механических систем» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и входит в образовательную программу подготовки бакалавра по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Машины и технологии обработки материалов давлением» очной формы обучения.

Дисциплина «Испытание на прочность и износостойкость. Надежность механических систем» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

**В базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:**

- высшая математика;
- физика в производственных и технологических процессах;

- теория механизмов и машин;
- основы проектирования деталей и узлов машин;

**В вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:**

- материаловедение (вкл. наноматериалы: получение и свойства);
- основы триботехники.

**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
ПК-1	способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные закономерности в области испытаний и надежности, терминологию, основные понятия и определения, относящиеся к испытаниям на прочность и износостойкость, надежности механических систем;</li> <li>• показатели надежности и их статистические и вероятностные оценки.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• решать различные инженерные задачи с использованием знаний, приобретенных при изучении дисциплины, с учетом реальных условий применения основных способов испытаний на прочность и износостойкость; использовать статистические методы оценки надежности объекта;</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками решения инженерных задач по подбору вида и способа испытания 4</li> <li>• навыками оценки комплекса свойств обеспечивающих надежность объектов.</li> </ul>

<p><b>ПК-5</b></p>	<p>умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании</p>	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методики проведения испытаний, аппаратуру для испытаний;</li> <li>• технические условия, технические описания, требования к испытываемым образцам;</li> <li>• как выбрать номенклатуру и необходимое количество показателей надежности при оценке работоспособного состояния техники при осуществлении рациональной эксплуатации</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• использовать результаты испытаний при оценке дефектов строения и анализе пригодности для обработки давлением.</li> <li>• составлять техническое описание способа испытания и используемой аппаратуры.</li> <li>• определять комплексные показатели надежности.</li> <li>• <b>владеть:</b></li> <li>• методиками выбора способов и аппаратуры для испытаний механических систем</li> <li>• навыками составления плана испытаний и оценки достоверности показателей основных систем и агрегатов.</li> <li>• навыками расчета показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности. Стандартами показателей надежности</li> </ul>
<p><b>ПК-6</b></p>	<p>умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями</p>	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• порядок обработки и оценки результатов испытаний; методы обеспечения надежности на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• использовать результаты испытаний и надежности на стадиях проектирования изготовления и эксплуатации объектов</li> <li>• <b>владеть:</b></li> <li>• навыками статистической обработки и оценки полученных результатов испытаний; навыками расчета</li> </ul>

		ожидаемых показателей надежности объекта при проектировании
--	--	---

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, то есть 108 академических часов (из них 54 часа – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Испытания на прочность и износостойкость. Надежность механических систем» изучаются на **седьмом семестре** четвертого курса.

Аудиторных занятий – 54 часов, в том числе лекций – 18 часов; практические занятия – 18 часа; лабораторные работы – 18. Реферат – 1. Форма контроля – зачет.

Структура и содержание дисциплины «Испытания на прочность и износостойкость. Надежность механических систем» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1 к рабочей программе.

**Содержание разделов дисциплины «Испытания на прочность и износостойкость. Надежность механических систем»**

##### 4.1. Лекции

**Введение.** Значение и место дисциплины в системе подготовки бакалавра. Определения. Разделы дисциплины.

**Испытания действием статической нагрузки.** Введение в дисциплину. Влияние на механические характеристики структуры и состава материала, конструкции деталей и условий внешнего воздействия.

Кратковременные испытания и испытания на длительную прочность: основные соотношения, характеристики статической прочности, механические характеристики материалов при высоких и низких температурах.

Методика испытаний. Машины и образцы для испытаний. Особенности образцов, разрывающихся с образованием шейки. Использование результатов испытаний при оценке дефектов строения и анализе пригодности для обработки давлением.

**Испытания на ударную нагрузку.** Вязкий и хрупкий излом. Испытание на ударную вязкость образцов, имеющих надрез.

Влияние распределения нагрузки – упругие искажения атомной решетки и сдвиг атомных слоев. Влияние скорости деформирования. Дефекты кристаллической решетки – краевая и винтовая дислокации. Влияние температуры.

Методика испытаний на ударную нагрузку. Машины, определяемые параметры, образцы, способы достижения температуры, порядок проведения испытаний. Анализ результатов ударных испытаний. Ударные испытания на изгиб. Ударные испытания скручиванием.

**Испытания на усталость.** Основные особенности усталостных разрушений. Типы циклов напряжений при испытаниях на усталость и характеристики циклов. Машины для усталостных испытаний. Образцы для испытаний. Основные положения по проведению усталостных испытаний – виды деформации образца, число испытываемых образцов, требования к образцам, циклы нагружения, определяемая величина. Образец протокола испытаний. Предел усталости и ограниченные пределы усталости. Анализ влияния различных факторов на предел усталости – состояние поверхности, коррозия и коррозия трения, тренировка и поверхностные упрочнения, концентрация напряжений, повышение и понижение температуры.

Усталостные испытания при симметричном и асимметричном циклах. Отличие методики испытаний в России и в США, Великобритании.

**Специальные испытания.** (Измерение твердости, коррозионные испытания, испытания на обрабатываемость резанием).

Коррозионные испытания. Разновидности коррозии – равномерное разрушение, точечное, селективная коррозия, межкристаллитная коррозия, транскристаллитная коррозия при напряженном состоянии. Коррозионные процессы – химические, электрохимические. Покровное и химическое пассивирование. Общие положения по проведению коррозионных испытаний. Натурные и лабораторные испытания. Электрохимические методы испытаний на межкристаллитную коррозию и коррозию под напряжением. Ускоренные и кратковременные коррозионные испытания в особых условиях.

**Испытания деталей и соединений.** Испытания сварных соединений. Виды испытаний. Испытания на растяжения стыковых и угловых швов, точечной сварки. Испытания сварных соединений ударной нагрузкой. Испытания на образование горячих трещин. Испытания сварных соединений на усталость.

Испытания на усталость деталей, соединений и конструкций: резьбовые соединения, заклепочные соединения, проушины, подшипники скольжения, подшипники качения, зубчатые передачи, валы, пружины, трубы под действием пульсирующего внутреннего давления.

**Испытания на трение фрикционных материалов.** Внешнее трение. Трение скольжения и трение качения. Сухое, граничное и жидкостное трение. Коэффициенты трения – покоя, скольжения, качения. Влияние свойств поверхности на трение – волнистость и шероховатость, неоднородность твердости, пленки на поверхности. Влияющие группы факторов – материал, промежуточный слой, конструкция узла трения, режим работы.

Подбор пар трения. Методы определения коэффициента трения. Экспериментальные данные по коэффициентам трения во фрикционных узлах.

**Испытания на износ при трении скольжения.** Износ. Износостойкость и основные положения процесса износа. Основные виды износа. Механизм износа

металлических поверхностей. Влияние деформации, температуры и химического действия окружающей среды.

Механизм износа пластмасс и резины. Методика испытаний на износ при трении скольжения. Машины трения. Специализированные испытательные установки – замкнутый и разомкнутый метод нагружения. Методы измерения износа.

**Испытания на износ при трении качения.** Износ, вызываемый качением. Действие нормальных сил. Качение с проскальзыванием, как результат появления тангенциальных сил. Влияние смазки при трении качения. Усталостный характер износа при качении. Испытания подшипников качения. Испытания зубчатых колес на выкрашивание, износ и заедание. Стенды, методика испытаний и обработка экспериментальных данных.

**Испытания на специальные виды износа.** Фреттинг – коррозия. Механизм фреттинг коррозии. Методы уменьшения фреттинг – коррозии. Испытательные установки. Износ, обусловленный ударами капель жидкости. Разрушение лопаток турбины. Моделирующие устройства для испытаний на износ капельным ударом. Кавитационный износ гидродинамических машин, карбюраторов, поршней, поршневых колец. Лабораторные экспериментальные установки для моделирования условий работы в потоке жидкости. Ударный износ. Установка для испытаний седел клапанов на износ.

**Обработка результатов испытаний.** Измерения – прямые, косвенные, условные. Ошибки измерения – систематические, случайные, личные, грубые. Статистическая обработка экспериментальных данных. Качество статистической информации. Последовательность статистической обработки. Испытания в системе обеспечения качества и надежности.

**Качество и надежность машин. Основные термины и определения.** 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, ремонтпригодность, сохраняемость.

**Показатели надежности и их статистические и вероятностные оценки.**

**Статистическая оценка надежности.** Информация о надежности. Качество статистической информации – достоверность, объект, однородность. Обработка экспериментальных данных – упорядочение выборочных наблюдений, определение числа и длины интервалов, вычисление частот. Важнейшие статистические характеристики – выборочное среднее и выборочная дисперсия. Статистический центральный момент третьего порядка – как характеристика асимметрии. Статистический центральный момент четвертого порядка – как характеристика эксцесса (островершинности) распределения.

**Вероятностная оценка надежности.** Переход от статистических распределений к вероятностным. Интегральная и дифференциальная функция



распределения, обязательные условия, которым должна соответствовать функция распределения. Интерпретация в понятиях и терминах надежности. Учет физической сущности происхождения событий и оценок по критериям согласия при выборе вероятностного закона. Основные законы распределения, используемые при оценке надежности – нормальный, экспоненциальный, логарифмический – нормальный, гамма-распределение, распределение Вейбулла. Критерии согласия.

**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.

Показатели долговечности – ресурс и срок службы и их разновидности. Ремонтпригодность и её основные показатели. Расчет сохраняемости. Комплексные показатели надежности. Стандарты для расчета показателей надежности.

**Способы обеспечения надежности систем и ее оценка.** Условия возможности оценки систем. Применяемые методы. Метод структурных схем. Преимущества и недостатки, ограничения по их применению. Последовательные, параллельные, смешанные соединения элементов в системе. Резервирование – нагруженный и ненагруженный резерв, скользящий резерв. Последовательность оценки схемной надежности. Метод логических схем. Условия применения. Целесообразность применения.

**Виды отказов. Установление причин отказов.** 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.

#### 4.1.1. Лабораторные работы

1. Испытание поперечно-нагруженного болтового соединения.
2. Определение приведенного коэффициента трения клиноременной передачи.
3. Испытание материала на растяжение с кручением.
4. Клиноременные вариаторы с автоматическими натяжными устройствами.
5. Испытание двухколодочного тормоза.
6. Исследование электропривода с инерционными массами в режиме пуска.
7. Изучение конструкций типовых стендов для трибологических испытаний зубчатых передач.
8. Изучение конструкций и работы стендов для трибологических испытаний гипоидных передач.

9. Исследование инновационных материалов для втулок подшипников скольжения.

#### 4.1.2. Практические занятия

##### 1. Статистические и вероятностные оценки надежности.

Статистическая оценка надежности. Статистическая обработка экспериментальных данных по надежности.

**2. Показатели надежности.** Способы обеспечения надежности систем и ее оценка. Расчет безотказности систем с учетом их структуры.

3. Построение эмпирической функции распределения, гистограммы и полигона.

4. **Расчет показателей безотказности** – среднего типа отказов до заданной наработки, параметры потока отказов наработки, наработки на отказ.

5. **Расчет показателей долговечности.**

6. **Мероприятия**, обеспечивающие надежность при проектировании. Оценка схемной надежности.

7. **Резервирование** – нагруженный и ненагруженный резерв, скользящий резерв. Последовательность оценки схемной надежности.

8. **Уточненные исследования причин отказов.**

9. **Основные причины отказов различных устройств** – механических, гидравлических и пневматических, электрических, электронных и электротехнических; электрохимических.

#### 5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Испытания на прочность и износостойкость. Надежность механических систем» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии 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:

- подготовка к выполнению лабораторных работ в лабораториях вуза;
- обсуждение и защита рефератов по дисциплине;
- выполнение расчетно-графической работы;
- использование технических средств интерактивного обучения (мультимедийного оборудования, компьютеров, плакатов, лабораторных установок, натуральных образцов узлов и деталей машин и т.п.);
- организация интерактивных занятий по обсуждению инженерных решений по методикам испытаний при подготовке к зачету.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Испытания на прочность и износостойкость. Надежность механических систем» и в целом по дисциплине составляет 50 % аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 50% 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 промежуточных аттестаций:

- в процессе обучения предусмотрено написание реферата;
- защита лабораторных работ;
- индивидуальный опрос;
- расчетно-графическая работа на восьмом семестре;
- зачет по материалам седьмого семестра;
- зачет по материалам восьмого семестра;

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают вопросы для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины.

В процессе обучения предусмотрено выполнение и защита лабораторных работ. Реферат. В реферате необходимо рассмотреть выбранный узел или деталь, условия внешнего воздействия. Определить виды разрушений характерные для выбранного узла или детали. Изложить методы испытаний. Методику испытаний. Машины и образцы для испытаний. Обработку результатов испытаний, рассмотренных в реферате.

Выполнение расчетно-графической работы. Для указанного в задании объекта (детали или узла) исследования, необходимо определить основные статистические характеристики по данным ресурсных испытаний распределения наработки до предельного состояния объекта (детали или узла).

Произвести упорядочивание выборки (ранжирование выборки).

Определить число интервалов по правилу Старджеса, длину интервала.

Вычислить начальные моменты для условных вариант и центральные эмпирические моменты.

Выполнить обратный переход от условных вариантов к действительным и определить среднее значение наработки детали или узла объекта до предельного состояния и среднее квадратичное отклонение наработки до предельного состояния.

Построить эмпирическую функцию распределения (статистическая функция распределения, кумулятивная кривая, функция накопленных частот), гистограмму или полигон. На основании расчетов и графических построений, сделать выводы.

### 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	способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки
ПК-5	умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК-6	умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями

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).

<b>ПК-1 способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки</b>				
<b>Показатель</b>	<b>Критерии оценивания</b>			
	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>знать:</b> основные закономерности в области испытаний и надежности механических систем, терминологию, основные понятия и определения, относящиеся к испытаниям на прочность и износостойкость, надежности механических систем Показатели надежности и их статистические и вероятностные оценки.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основные закономерности в области испытаний и надежности механических систем, терминологию, основные понятия и определения, относящиеся к испытаниям на прочность и износостойкость, надежности механических систем Показатели надежности и их статистические и вероятностные оценки.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основные закономерности в области испытаний и надежности механических систем, терминологию, основные понятия и определения, относящиеся к испытаниям на прочность и износостойкость, надежности механических систем Показатели надежности и их статистические и вероятностные оценки. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основные закономерности в области испытаний и надежности механических систем, терминологию, основные понятия и определения, относящиеся к испытаниям на прочность и износостойкость, надежности механических систем Показатели надежности и их статистические и вероятностные оценки. но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: основные закономерности в области испытаний и надежности механических систем, терминологию, основные понятия и определения, относящиеся к испытаниям на прочность и износостойкость, надежности механических систем Показатели надежности и их статистические и вероятностные оценки. свободно оперирует приобретенными знаниями.

		оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. .		
<p><b>уметь:</b></p> <p>решать различные инженерные задачи с использованием знаний, приобретенных при изучении предшествующих дисциплин, с учетом реальных условий применения основных способов испытаний на прочность и износостойкость, использовать статистические методы оценки надежности объекта</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: решать различные инженерные задачи с использованием знаний, приобретенных при изучении предшествующих дисциплин, с учетом реальных условий применения основных способов испытаний на прочность и износостойкость использовать статистические методы оценки надежности объекта</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: решать различные инженерные задачи с использованием знаний, приобретенных при изучении предшествующих дисциплин, с учетом реальных условий применения основных способов испытаний на прочность и износостойкость использовать статистические методы оценки надежности объекта</p> <p>Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: решать различные инженерные задачи с использованием знаний, приобретенных при изучении предшествующих дисциплин, с учетом реальных условий применения основных способов испытаний на прочность и износостойкость использовать статистические методы оценки надежности объекта . Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: решать различные инженерные задачи с использованием знаний, приобретенных при изучении предшествующих дисциплин, с учетом реальных условий применения основных способов испытаний на прочность и износостойкость использовать статистические методы оценки надежности объекта Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p>
<p><b>владеть:</b></p> <p>навыками решения инженерных задач по подбору вида и способа испытания, навыками оценки комплекса свойств обеспечивающих надежность объектов</p>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками решения инженерных задач по подбору вида и способа испытания обеспечивающих</p>	<p>Обучающийся владеет навыками решения инженерных задач по подбору вида и способа испытания, навыками оценки комплекса свойств обеспечивающих надежность объектов.. в неполном объеме,</p>	<p>Обучающийся частично владеет навыками решения инженерных задач по подбору вида и способа испытания, навыками оценки комплекса свойств обеспечивающих надежность объектов.,</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет навыками решения инженерных задач по подбору вида и способа испытания, навыками оценки комплекса свойств обеспечивающих</p>

	надежность объектов.	допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	надежность объектов., свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
--	----------------------	---	--	--

**ПК-5 умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании**

<p>знать:</p> <p>методики проведения испытаний, аппаратуру для испытаний, технические условия, технические описания , требования к испытываемым образцам ; как выбрать номенклатуру и необходимое количество показателей надежности при оценке работоспособного состояния техники при осуществлении рациональной эксплуатации;</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методики проведения испытаний, аппаратуру для испытаний, технические условия, технические описания , требования к испытываемым образцам; как выбрать номенклатуру и необходимое количество показателей надежности при оценке работоспособного состояния техники при осуществлении рациональной эксплуатации;</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методики проведения испытаний, аппаратуру для испытаний, технические условия, требования к испытываемым образцам; как выбрать номенклатуру и необходимое количество показателей надежности при оценке работоспособного состояния техники при осуществлении рациональной эксплуатации;</p> <p>Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: методики проведения испытаний, аппаратуру для испытаний, технические условия, технические описания , требования к испытываемым образцам; как выбрать номенклатуру и необходимое количество показателей надежности при оценке работоспособного состояния техники при осуществлении рациональной эксплуатации;</p> <p>но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методики проведения испытаний, аппаратуру для испытаний, технические условия, технические описания , требования к испытываемым образцам; как выбрать номенклатуру и необходимое количество показателей надежности при оценке работоспособного состояния техники при осуществлении рациональной эксплуатации;</p> <p>свободно оперирует приобретенными знаниями.</p>
--	--	--	--	--

<p><b>уметь:</b></p> <p>использовать результаты испытаний при оценке дефектов строения и анализе пригодности для обработки давлением.</p> <p>составлять техническое описание способа испытания и используемой аппаратуры ; определять комплексные показатели надежности.</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет использовать результаты испытаний при оценке дефектов строения и анализе пригодности для обработки давлением.</p> <p>составлять техническое описание способа испытания и используемой аппаратуры ; определять комплексные показатели надежности.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: использовать результаты испытаний при оценке дефектов строения и анализе пригодности для обработки давлением.</p> <p>составлять техническое описание способа испытания и используемой аппаратуры; определять комплексные показатели надежности.</p> <p>. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: использовать результаты испытаний при оценке дефектов строения и анализе пригодности для обработки давлением.</p> <p>составлять техническое описание способа испытания и используемой аппаратуры; определять комплексные показатели надежности. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: использовать результаты испытаний при оценке дефектов строения и анализе пригодности для обработки давлением.</p> <p>составлять техническое описание способа испытания и используемой аппаратуры ;определять комплексные показатели надежности. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p>
--	--	--	--	---



<p><b>владеть:</b></p> <p>методиками выбора способов и аппаратуры для испытаний механических систем навыками составления плана испытаний и оценки достоверности показателей основных систем и агрегатов; навыками расчета показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности. Стандартами показателей надежности</p>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методиками выбора способов и аппаратуры для испытаний механических систем навыками составления плана испытаний и оценки достоверности показателей основных систем и агрегатов; навыками расчета показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности. Стандартами показателей надежности</p>	<p>Обучающийся владеет методиками выбора способов и аппаратуры для испытаний механических систем навыками составления плана испытаний и оценки достоверности показателей основных систем и агрегатов; навыками расчета показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности. Стандартами показателей надежности</p> <p>Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.</p>	<p>Обучающийся частично владеет методиками выбора способов и аппаратуры для испытаний механических систем навыками составления плана испытаний и оценки достоверности показателей основных систем и агрегатов; навыками расчета показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности. Стандартами показателей надежности, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет методиками выбора способов и аппаратуры для испытаний механических систем навыками составления плана испытаний и оценки достоверности показателей основных систем и агрегатов; навыками расчета показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности. Стандартами показателей надежности, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.</p>
--	--	--	--	---

**ПК-6 умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями**

<p><b>знать:</b></p> <p>порядок обработки и оценки результатов испытаний и надежности; методы обеспечения надежности на стадиях проектирования изготовления и эксплуатации</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: порядок обработки и оценки результатов испытаний и надежности; методы обеспечения надежности на стадиях проектирования изготовления и эксплуатации</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: порядок обработки и оценки результатов испытаний и надежности; методы обеспечения надежности на стадиях проектирования изготовления и эксплуатации. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: порядок обработки и оценки результатов испытаний и надежности; методы обеспечения надежности на стадиях проектирования изготовления и эксплуатации, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: порядок обработки и оценки результатов испытаний и надежности; методы обеспечения надежности на стадиях проектирования изготовления и эксплуатации, свободно оперирует приобретенными знаниями.</p>
<p><b>уметь:</b></p> <p>использовать результаты испытаний на стадиях проектирования изготовления и эксплуатации объектов производства; использовать методы обеспечения надежности на стадиях проектирования изготовления и эксплуатации.</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет использовать результаты испытаний на стадиях проектирования изготовления и эксплуатации объектов производства; использовать методы обеспечения надежности на стадиях проектирования изготовления и эксплуатации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: использовать результаты испытаний на стадиях проектирования изготовления и эксплуатации объектов производства; использовать методы обеспечения надежности на стадиях проектирования изготовления и эксплуатации. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: использовать результаты испытаний на стадиях проектирования изготовления и эксплуатации объектов производства; использовать методы обеспечения надежности на стадиях проектирования изготовления и эксплуатации. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые,</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: использовать результаты испытаний на стадиях проектирования изготовления и эксплуатации объектов производства; использовать методы обеспечения надежности на стадиях проектирования изготовления и эксплуатации. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p>

			нестандартные ситуации.	
<p><b>владеть:</b></p> <p>навыками статистической обработки и оценки полученных результатов испытаний ; навыками расчета ожидаемых показателей надежности объекта при проектировании</p>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками статистической обработки и оценки полученных результатов испытаний ; навыками расчета ожидаемых показателей надежности объекта при проектировании</p>	<p>Обучающийся владеет навыками статистической обработки и оценки полученных результатов испытаний; навыками расчета ожидаемых показателей надежности объекта при проектировании</p> <p>Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.</p>	<p>Обучающийся частично владеет навыками статистической обработки и оценки полученных результатов испытаний, навыками расчета ожидаемых показателей надежности объекта при проектировании, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет навыками статистической обработки и оценки полученных результатов испытаний; навыками расчета ожидаемых показателей надежности объекта при проектировании, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.</p>

## Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание

### Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета 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 «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине

«Испытание на прочность и износостойкость. Надежность механических систем.»  
(прошли промежуточный контроль, выполнили лабораторные работы, выполнили реферат ).

Шкала оценивания	Описание
зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в Приложении 2 к рабочей программе.



	<p>пригодности для обработки давлением.</p> <p><b>Испытания на ударную нагрузку.</b> Вязкий и хрупкий излом. Испытание на ударную вязкость образцов, имеющих надрез.</p> <p>Влияние распределения нагрузки – упругие искажения атомной решетки и сдвиг атомных слоев. Дефекты кристаллической решетки – краевая и винтовая дислокации.</p> <p>Методика испытаний на ударную нагрузку.</p> <p>Машины, определяемые параметры, образцы, способы достижения температуры, порядок проведения испытаний. Анализ результатов ударных испытаний.</p> <p><b>Лабораторная работа:</b> «Испытание поперечно-нагруженного болтового соединения»</p>							
--	--	--	--	--	--	--	--	--

2	<p><b>Испытания на усталость.</b> Основные особенности усталостных разрушений Машины для усталостных испытаний. Образцы для испытаний. Основные положения по проведению усталостных испытаний – виды деформации образца, число испытываемых образцов, требования к образцам, циклы нагружения, определяемая величина. Образец протокола испытаний. Усталостные испытания при симметричном и асимметричном циклах. Отличие методики испытаний в России и в США, Великобритании.</p> <p><b>Специальные испытания.</b> (Измерение твердости, коррозионные испытания, испытания на обрабатываемость резанием).</p> <p>Коррозионные испытания. Разновидности коррозии – равномерное разрушение, точечное, селективная коррозия, межкристаллитная коррозия, транскристаллитная коррозия при напряженном состоянии. Общие положения по проведению коррозионных испытаний. Натурные и лабораторные испытания. Электрохимические методы испытаний на межкристаллитную коррозию и коррозию под напряжением.</p> <p><b>Лабораторная работа:</b> Определение приведенного коэффициента трения клиноременной передачи</p>	7	2	2	4	Р			
---	--	---	---	---	---	---	--	--	--

3	<p><b>Испытания деталей и соединений.</b> Испытания сварных соединений. Виды испытаний. Испытания на растяжения стыковых и угловых швов, точечной сварки. Испытания на усталость деталей, соединений и конструкций: резьбовые соединения, заклепочные соединения, проушины, подшипники скольжения, подшипники качения, зубчатые передачи, валы, пружины, трубы под действием пульсирующего внутреннего давления.</p> <p><b>Испытания на трение фрикционных материалов.</b> Внешнее трение. Трение скольжения и трение качения. Сухое, граничное и жидкостное трение. Коэффициенты трения – покоя, скольжения, качения. Влияние свойств поверхности на трение – волнистость и шероховатость, неоднородность твердости, пленки на поверхности. Влияющие группы факторов – материал, промежуточный слой, конструкция узла трения, режим работы.</p> <p>Подбор пар трения. Методы определения коэффициента трения. Экспериментальные данные по коэффициентам трения во фрикционных узлах.</p> <p><b>Лабораторная работа:</b> Испытание материала на растяжение с кручением</p>	7		2		2	4	
---	--	---	--	---	--	---	---	--



4	<p><b>Испытания на износ при трении скольжения.</b> Износ. Износостойкость и основные положения процесса износа. Основные виды износа. Механизм износа металлических поверхностей. <b>Испытания на износ при трении качения.</b> Износ, вызываемый качением. Действие нормальных сил. Качение с проскальзыванием, как результат появления тангенциальных сил. Усталостный характер износа при качении. Испытания подшипников качения. Испытания зубчатых колес на выкрашивание, износ и заедание. Стенды, методика испытаний и обработка экспериментальных данных.</p>	7		2											
<p><b>Испытания на специальные виды износа.</b> Фреттинг – коррозия. Механизм фреттинг коррозии. Методы уменьшения фреттинг коррозии. Испытательные установки. Износ, обусловленный ударами капель жидкости. Разрушение лопаток турбины. Моделирующие устройства для испытаний на износ капельным ударом. Кавитационный износ гидродинамических машин, карбюраторов, поршней, поршневых колец. Лабораторные экспериментальные установки для моделирования условий работы в потоке жидкости. Ударный износ. Установка для испытаний седел клапанов на износ.</p>															

	<p><b>Лабораторная работа:</b> Клиноременные вариаторы с автоматическими натяжными устройствами</p>						
5.	<p><b>Обработка результатов испытаний.</b> Измерения - прямые, косвенные, условные. Ошибки измерения – систематические, случайные, личные, грубые. Статистическая обработка экспериментальных данных. Качество статистической информации. Последовательность статистической обработки. Испытания в системе обеспечения качества и надежности.</p> <p><b>Качество и надежность машин.</b> Основные термины и определения. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые объекты, ремонтируемые и неремонтируемые объекты.</p> <p><b>Лабораторная работа:</b> Испытание двухколлодного тормоза</p>	7	2	2	4		

6.	<p><b>Отказы</b> – по происхождению, по изменению режима работы, по последствиям. Комплекс свойств, обеспечивающих надежность – безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость.</p> <p><b>Статистические и вероятностные оценки надежности.</b> Показатели надежности Важнейшие статистические характеристики – выборочное среднее и выборочная дисперсия. Статистический центральный момент третьего порядка – как характеристика асимметрии. Статистический центральный момент четвертого порядка – как характеристика эксцесса (островершинности) распределения. Построение эмпирической функции распределения, гистограммы и полигона.</p> <p><b>Лабораторная работа:</b> Исследование электропривода с инерционными массами в режиме пуска</p>	7		2		2	4								
----	---	---	--	---	--	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--

7.	<p><b>Вероятностная оценка надежности.</b> Переход от статистических распределений к вероятностным. Интегральная и дифференциальная функция распределения, обязательные условия, которым должна соответствовать функция распределения. Основные законы распределения, используемые при оценке надежности – нормальный, экспоненциальный, логарифмический – нормальный, гамма-распределение, распределение Вейбулла. Критерии согласия.</p>	7		2		2	4								
<p><b>Показатели надежности.</b> Показатели надежности невосстанавливаемых объектов. Показатели безотказности, вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, интенсивность отказов. Статистическое и вероятностное определение. Показатели сохраняемости.</p> <p><b>Лабораторная работа:</b> Изучение конструкций типовых стенов для трибологических испытаний зубчатых передач</p>															

8.	<p><b>Показатели долговечности</b> – ресурс и срок службы и их разновидности. Расчет показателей долговечности. Ремонтпригодность и её основные показатели.</p> <p><b>Способы обеспечения надежности систем и ее оценка.</b> Мероприятия, обеспечивающие надежность при проектировании. Оценка схемной надежности. Условия возможности оценки систем. Применяемые методы.</p> <p><b>Лабораторная работа:</b> Изучение конструкций и работы стэндов для трибологических испытаний гипоидных передач</p>	7	2	2	4													
9.	<p><b>Метод структурных схем.</b> Преимущества и недостатки, ограничения по их применению.</p> <p><b>Лабораторная работа:</b> Исследование инновационных материалов для втулок подшипников скольжения</p>	7	2	2	4													
1.	<p><b>Практические занятия</b></p> <p>Статистическая оценка надежности.</p> <p>Статистическая обработка экспериментальных данных по надежности</p>	7	2										1					

2.	<b>Практические занятия</b> Способы обеспечения надежности систем и ее оценка. Расчет безотказности систем с учетом их структуры		2																					
3.	<b>Практические занятия</b> Построение эмпирической функции распределения, гистограммы и полигона	7	2																					
4.	<b>Практические занятия</b> <b>Расчет показателей безотказности</b> – среднего типа отказов до заданной наработки, параметры потока отказов наработки, наработки на отказ	7	2																					
5.	<b>Практические занятия</b> Расчет показателей долговечности	7	2																					
6.	<b>Практические занятия</b> Мероприятия, обеспечивающие надежность при проектировании. Оценка схемной надежности	7	2																					
7.	<b>Практические занятия</b> Резервирование – нагруженный и ненагруженный резерв, скользящий резерв. Последовательность оценки схемной надежности	7	2																					
8.	<b>Практические занятия</b> Уточненные исследования причин отказов		2																					

9.	<b>Практические занятия</b> Основные причины отказов различных устройств – механических, гидравлических и пневматических, электрических, электронных и электротехнических; электрохимических	7																			
	<b>Форма аттестации</b>																				
	<b>Всего часов по дисциплине</b> 108 часа									18	18	18	18	54							

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 15.03.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ

ОП (профиль): «Машины и технологии обработки материалов давлением»

Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности: производственно-технологическая, научно-исследовательская, проектно-конструкторская

Кафедра: Техническая механика

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Испытания на прочность и износостойкость. Надежность механических  
систем**

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

вариант билета для зачета

перечень вопросов на зачет

примерный перечень тем рефератов и расчетно-графических работ

перечень лабораторных работ

перечень практических занятий

образцы вопросов из фонда тестовых заданий

**Составители:**

Профессор, к.т.н. Баловнев Н.П.

Старший преподаватель Дмитриева Л.А.



# ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Таблица 1

ИСПЫТАНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ И ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ. НАДЕЖНОСТЬ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ	
ФГОС ВО 15.03.01 «Машиностроение»	
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции:	
КОМПЕТЕНЦИИ	
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА
ПК-1	<p>способность к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки</p>
Перечень компонентов	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные закономерности в области испытаний и надежности, терминологию, основные понятия и определения, относящиеся к испытаниям на прочность и износостойкость, надежности механических систем ;</li> <li>показатели надежности и их статистические и вероятностные оценки</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• решать различные инженерные задачи с использованием знаний, приобретенных при изучении дисциплины, с учетом реальных условий применения основных способов испытаний на прочность и износостойкость;</li> </ul>
Технология формирования компетенций	<p>лекция, самостоятельная работа, лабораторные работы</p> <p>расчетно-графическая работа</p>
Форма оценочного средства**	<p>З, ЛР, Р РГР</p>
Степени уровней освоения компетенций	<p><b>Базовый уровень:</b> воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам</p> <p><b>Повышенный уровень:</b> практическое применение полученных знаний в процессе выполнения лабораторных работ и курсовой работы; готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при</p>

		<p>использовать статистические методы оценки надежности объекта;</p> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками решения инженерных задач по подбору вида и способа испытания 4</li> <li>• навыками оценки комплекса свойств обеспечивающих надежность объектов.</li> </ul>			<p>недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении</p>
<p><b>ПК-5</b></p>	<p>умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при проектировании</p>	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методики проведения испытаний, аппаратуру для испытаний;</li> <li>• технические условия, технические описания, требования к испытываемым образцам;</li> <li>• как выбрать номенклатуру и необходимое количество показателей надежности при оценке работоспособного состояния техники при осуществлении рациональной эксплуатации</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• использовать результаты испытаний при оценке дефектов строения и анализе пригодности для</li> </ul>	<p>лекция, самостоятельная работа, лабораторные работы, расчетно-графическая работа</p>	<p>3, ЛР, Р РГР</p>	<p><b>Базовый уровень:</b>  воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам</p> <p><b>Повышенный уровень:</b>  практическое применение полученных знаний в процессе выполнения лабораторных работ и курсовой работы; готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном,</p>

		<p>обработки давлением.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• составлять техническое описание способа испытания и используемой аппаратуры.</li> <li>• определять комплексные показатели надежности.</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методиками выбора способов и аппаратуры для испытаний механических систем</li> <li>• навыками составления плана испытаний и оценки достоверности показателей основных систем и агрегатов.</li> <li>• навыками расчета показателей безотказности, долговечности и ремонтнопригодности. Стандартами показателей надежности</li> </ul>		<p>нормативном и методическом обеспечении</p>
<p><b>ПК-6</b></p>	<p><b>умением использовать средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных</b></p>	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• порядок обработки и оценки результатов испытаний; методы обеспечения надежности на стадиях проектирования, изготовления</li> </ul>	<p>лекция, самостоятельная работа, лабораторные работы, расчетно-графическая работа</p>	<p><b>Базовый уровень:</b>  воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам,</p>

	<p><b>конструкций в соответствии с техническими заданиями</b></p>	<p>эксплуатации</p> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>использовать результаты испытаний и надежности на стадиях проектирования и изготовления эксплуатации объектов</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>навыками статистической обработки и оценки полученных результатов испытаний ; навыками расчета ожидаемых показателей надежности объекта при проектировании</li> </ul>		<p>правилам и методикам</p> <p><b>Повышенный уровень:</b></p> <p>практическое применение полученных знаний в процессе выполнения лабораторных работ и курсовой 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</p>
--	---	--	--	---

\*\* - Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 3 к рабочей программе.

**Перечень оценочных средств по дисциплине  
«ИСПЫТАНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ И ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ. НАДЕЖНОСТЬ  
МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»**

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос (З -зачет)	Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала	Комплект билетов для зачета
2	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
3	Расчетно- графическая работа (РГР)	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения заданий по модулю или дисциплине в целом	Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы
4	Лабораторные работы (ЛР)	Оценка способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, эксперимента и выполнения последующих расчетов, а также	Перечень лабораторных работ и их оснащение
5	Реферат (Р)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-	Темы рефератов

**1. Билеты для зачета**

1. Назначение: Используются для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Испытания на прочность и износостойкость. Надежность механических систем»
2. В билет включено два вопроса.
3. Комплект билетов для зачета включает 25 билетов (образец прилагается).
4. Регламент зачета: - Время на подготовку тезисов ответов - до 45 мин  
- Способ контроля: устные ответы.
5. Шкала оценивания:  
**«Зачтено»**- если студент глубоко и прочно освоил весь материал программы обучения, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при изменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, правильно обосновывает принятые решения.  
**«Не зачтено»** - если студент не знает значительной части программного материала, допускает серьезные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические задания.

Каждое вопрос билета оценивается отдельно. Общей оценкой является среднее значение, округлённое до целого значения.

### Образец билета

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

Факультет базовых компетенций, кафедра «Техническая механика»  
Дисциплина «Испытания на прочность и износостойкость. Надежность механических систем»  
Образовательная программа 15.03.01 Машиностроение  
Курс 4, семестр -7

#### БИЛЕТ № 1.

1. Какой вид поверхности излома будет при пластическом изломе и какой при хрупком изломе?
2. В чем суть испытаний материалов на локальные виды коррозии?

Утверждено на заседании кафедры «28» августа 2020 г., протокол № 1.  
Заведующий кафедрой /В.С. Бондарь/

#### Перечень вопросов для проведения зачета

№№ п/п	Вопросы к зачету	Код компетенции
1.	Что такое релаксация? При проведении испытаний на релаксацию напряжений какие параметры остаются постоянными и какие изменяются?	ПК-1
2.	Почему при испытаниях на статическую прочность образец для испытаний должен иметь определенное соотношение между расчетной длиной $l_0$ и диаметром $d_0$ ?	ПК-1
3.	Какая размерность характеристики ударной прочности-ударной вязкости? Каков порядок величин?	ПК-1
4.	Какой вид поверхности излома будет при пластичном изломе и какой-при хрупком изломе?	ПК-1
5.	Какие основные три фактора определяют вид излома?	ПК-1
6.	Почему при ударных испытаниях применяют образцы с надрезом?	ПК-1
7.	Кратковременные испытания и испытания на длительную прочность	ПК-1
8.	Методика испытаний.	ПК-1
9.	Машины и образцы для испытаний	ПК-1

10.	Использование результатов испытаний при оценке дефектов строения и анализе пригодности для обработки давлением.	ПК-1
11.	Влияние распределения нагрузки – упругие искажения атомной решетки и сдвиг атомных слоев.	ПК-1
12.	Влияние скорости деформирования	ПК-1
13.	Методика испытаний на ударную нагрузку	ПК-1
14.	Машины, определяемые параметры, образцы, способы достижения температуры, порядок проведения испытаний	ПК-1
15.	Ударные испытания на изгиб.	ПК-1
16.	Ударные испытания скручиванием	ПК-1
17.	Основные особенности усталостных разрушений	ПК-5
18.	Машины для усталостных испытаний	ПК-5
19.	Образцы для испытаний.	ПК-5
20.	Предел усталости и ограниченные пределы усталости	ПК-5
21.	Анализ влияния различных факторов на предел усталости	ПК-6
22.	Разновидности коррозии	ПК-6
23.	Общие положения по проведению коррозионных испытаний	ПК-6
24.	Ускоренные и кратковременные коррозионные испытания в особых условиях.	ПК-6
25.	Испытания сварных соединений	ПК-6
26.	Испытания на растяжения стыковых и угловых швов, точечной сварки.	ПК-6
27.	Испытания на образование горячих трещин	ПК-6
28.	Испытания сварных соединений на усталость	ПК-6
29.	Испытания на усталость деталей, соединений и конструкций	ПК-6
30.	Подбор пар трения. Методы определения коэффициента трения	ПК-6
31.	Износ. Износостойкость и основные положения процесса износа.	ПК-6
32.	Основные виды износа	ПК-6
33.	Механизм износа металлических поверхностей.	ПК-6
34.	Влияние деформации, температуры и химического действия окружающей среды.	ПК-6
35.	Механизм износа пластмасс и резины	ПК-6
36.	Методика испытаний на износ при трении скольжения.	ПК-6
37.	Специализированные испытательные установки – замкнутый и разомкнутый метод нагружения	ПК-6
38.	Методы измерения износа.	ПК-6
39.	Износ, вызываемый качением	ПК-6
40.	Испытания подшипников качения	ПК-5

41.	Испытания зубчатых колес на выкрашивание, износ и заедание.	ПК-5
42.	Стенды, методика испытаний и обработка экспериментальных данных.	ПК-5
43.	Понятие Фреттинг – коррозия	ПК-5
44.	Механизм фреттинг коррозии	ПК-5
45.	Методы уменьшения фреттинг - коррозии	ПК-6
46.	Испытательные установки	ПК-6
47.	Износ, обусловленный ударами капель жидкости	ПК-6
48.	Моделирующие устройства для испытаний на износ капельным ударом.	ПК-6
49.	Кавитационный износ гидродинамических машин, карбюраторов, поршней, поршневых колец.	ПК-5
50.	Качество и надежность машин	ПК-1
51.	Надежность. Объекты рассматриваемые в надежности	ПК-1
52.	Объекты и элементы	ПК-1
53.	Состояние объекта – исправное, неисправное, работоспособное, отказ, дефект	ПК-1
54.	Восстанавливаемые и невосстанавливаемые объекты, ремонтируемые и неремонтируемые объекты	ПК-1
55.	Отказы и их классификация	ПК-1
56.	Классификация отказов по характеру проявления	ПК-1
57.	Отказы – по происхождению	ПК-1
58.	Отказы по изменению режима работы	ПК-1
59.	Отказы по последствиям	ПК-1
60.	Отказы и время их наступления- как случайные события и случайные величины	ПК-1
61.	Комплекс свойств, обеспечивающих надежность объекта	ПК-1
62.	Понятие безотказности	ПК-1
63.	Понятие долговечность	ПК-1
64.	Понятие ремонтпригодность	ПК-1
65.	Понятие сохраняемость	ПК-1
66.	Показатели надежности и их статистические оценки	ПК-5
67.	Показатели надежности и их вероятностные оценки	ПК-5
68.	Качество статистической информации – достоверность, объект, однородность	ПК-5
69.	Обработка экспериментальных данных – упорядочение выборочных наблюдений	ПК-5
70.	Определение числа и длины интервалов, вычисление частот	ПК-5
71.	Статистические характеристики – выборочное среднее и выборочная дисперсия	ПК-6
72.	Вероятностная оценка надежности	ПК-6
73.	Переход от статистических распределений к вероятностным	ПК-6
74.	Нормальный закон распределение	ПК-6
75.	Экспоненциальное распределение	ПК-6
76.	Логарифмически-нормальное распределение	ПК-6
77.	Гамма-распределение	ПК-6



78.	Распределение Вейбулла	ПК-6
79.	Показатели надежности невосстанавливаемых объектов.	ПК-6
80.	Показатели безотказности, вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, интенсивность отказов	ПК-6
81.	Статистическое и вероятностное определение	ПК-6
82.	Показатели сохраняемости	ПК-6
83.	Показатели надежности восстанавливаемых объектов	ПК-6
84.	Показатели долговечности – ресурс и срок службы и их разновидности	ПК-6
85.	Расчет показателей долговечности	ПК-6
86.	Ремонтопригодность и её основные показатели	ПК-6
87.	Расчет сохраняемости	ПК-6
88.	Комплексные показатели надежности	ПК-6
89.	Стандарты для расчета показателей надежности.	ПК-6
90.	Мероприятия, обеспечивающие надежность при проектировании	ПК-5
91.	Оценка схемной надежности	ПК-5
92.	Условия возможности оценки систем	ПК-5
93.	Применяемые методы.. Преимущества и недостатки	ПК-5
94.	Метод структурных схем. Преимущества и недостатки, ограничения по их применению	ПК-5
95.	Последовательные, параллельные, смешанные соединения элементов в системе	ПК-6
96.	Резервирование – нагруженный и ненагруженный резерв, скользящий резерв	ПК-6
97.	Последовательность оценки схемной надежности	ПК-6
98.	Метод логических схем. Условия применения. Целесообразность применения.	ПК-6
99.	Необходимые предпосылки для объективного анализа причин отказов.	ПК-5
100.	Последовательность работ при установлении причин отказов	ПК-5
101.	Уточненные исследования причин отказов	ПК-5
102.	Основные причины отказов механических устройств	ПК-5
103.	Основные причины отказов гидравлических и пневматических устройств	ПК-5

### Лабораторные работы

1. Назначение: Используются для углубленного изучения разделов дисциплины, получения практических навыков работы с реальными объектами, применяемыми в общем машиностроении их испытанием, а также проведения текущей промежуточной аттестации по дисциплине «Испытания на прочность и износостойкость».

2. Время на выполнение каждой лабораторной работы указано в приложении 2 программы дисциплины.
3. Лабораторная работа выполняется подгруппой студентов в количестве 5-12 человек под руководством преподавателя и учебного мастера.
4. Оформление журнала испытаний проводится студентом самостоятельно вне аудиторных занятий.
5. Защита лабораторной работы проводится во время консультаций, в виде собеседования.
6. Шкала оценивания:
  - оценка «зачтено» выставляется студенту, если он применил полученные знания и выполнил и защитил лабораторную работу;
  - оценка «не зачтено», если он не выполнил или не защитил лабораторную работу.

### **Перечень лабораторных работ**

1. «Испытание поперечно-нагруженного болтового соединения». -2 часа  
Оснащение: Лабораторная установка для испытания, плакаты, стенды и натурные образцы.
2. «Определение приведенного коэффициента трения клиноременной передачи» - 2 часа.  
Оснащение: Лабораторная установка для испытания клиноременных передач с различными способами натяжения, плакаты стенды и натурные образцы ремней.
3. «Испытание материала на растяжение с кручением». - 2 часа.  
Оснащение: Лабораторная установка для испытания на растяжение-сжатие с кручением, плакаты, стенды и натурные образцы.
4. «Клиноременные вариаторы с автоматическими натяжными устройствами» -2 часа  
Оснащение: Презентация, стенд и натуральный образец клиноременного вариатора.
5. «Испытание двухколочного тормоза» - 2 часа.  
Оснащение: Лабораторная установка для испытания двухколочного тормоза, плакаты стенды и натуральный образец тормоза.
6. «Исследование электропривода с инерционными массами в режиме пуска» - 2 часа.  
Оснащение: Лабораторная установка для испытания, плакаты, стенды .
7. «Изучение конструкций типовых стендов для трибологических испытаний зубчатых передач» - 2 часа.  
Оснащение: презентация, схемы и описание работы стендов.
8. «Изучение конструкций и работы стендов для трибологических испытаний гипоидных передач» - 2 часа.  
Оснащение: презентация, схемы и описание работы стендов.

9. «Исследование инновационных материалов для втулок подшипников скольжения» - 2 часа.

Оснащение: натуральные образцы, презентация.

### Пример выполнения лабораторной работы

№ п/п	Наименование	Оснащение	Кол-во часов
1	Испытание нагруженного поперечно-болтового соединения	Универсальная машина для испытания на растяжение-сжатие, пресс ДМ-30	2

### Вопросы для лабораторной работы

1. При каких видах деформации образца проводятся усталостные испытания?
2. Какие требования предъявляются к образцам на усталостных испытаниях?
3. При какой нагрузке испытывают первый образец при усталостных испытаниях и при какой- последний?
4. Какую величину определяют при усталостных испытаниях?
5. Что является результатом усталостных испытаний.
6. Как можно определить возможную амплитуду напряжений при заданном среднем напряжении, если экспериментальные данные есть только для симметричного цикла?
7. Машины какого типа самые распространенные для усталостных испытаний?

### Образец журнала испытаний

Заполняется студентом при подготовке и в ходе выполнения лабораторной работы.

Лаборатория  
«Техническая механика»

Студент  
Группа  
Проверил

Дата

### ЖУРНАЛ ИСПЫТАНИЙ

Лабораторная работа №1

## Испытание поперечно нагруженного болтового соединения.

1. Схема установки.
2. Данные испытаний и расчетов.

№	$F_3,$ кН	$F_6,$ кН	$f$
изм.			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

3. График  $f = f(F_3)$ .
4. Выводы:

### Примерный перечень тем для рефератов

1. Машины и приборы для определения механических свойств материалов.(ПК1)
2. Обеспечение износостойкости изделий.(ПК1)
3. Метод испытания материалов и покрытий на газообразное изнашивание с помощью центробежного ускорителя.(ПК1)
4. Ускоренные ресурсные испытания с периодическим форсированием режима. .(ПК1)
5. Метод испытаний машиностроительных материалов на ударно-абразивное изнашивание. (ПК5)
6. Метод испытания материалов на износостойкость при трении о нежестко закрепленные абразивные частицы(ПК5)
7. Метод испытаний материалов на изнашивание при фреттинге и фреттинг-коррозии(ПК5)

8. Метод испытаний материалов на изнашивание при ударе в условиях низких температур (ПК5)
9. Метод испытаний материалов на изнашивание при ударе в условиях высоких температур(ПК5)
- 10.Метод оценки противозадирных свойств машиностроительных материалов(ПК5)
- 11.Метод определения энергоемкости при пластической деформации материалов(ПК5)
- 12.Метод испытаний на износостойкость материалов и деталей при гидроэрозионном изнашивании дисперсными частицами(ПК5)
- 13.Метод оценки истирающей способности поверхностей восстановленных валов(ПК5)
- 14.Методы оценки износостойкости восстановленных деталей(ПК5)
- 15.Приборы для измерения износа методом вырезанных лунок. Технические требования.(ПК6)
- 16.Методы испытания на усталость при эксплуатационных режимах работы(ПК5)
- 17.Испытания механических композиционных материалов.(ПК6)
- 18.Метод испытания на сжатие при нормальной, повышенной и пониженной температурах(ПК5)
- 19.Методы испытаний кольцевых образцов при нормальной, повышенной и пониженной температурах(ПК5)
- 20.Испытания на сеймостойкость машин, приборов и других технических изделий.(ПК6)
- 21.Испытания на стойкость к внешним воздействиям машин, приборов и других изделий. .(ПК6)
- 22.Машины и приборы для измерения усилий и деформаций.(ПК6)
- 23.Машины и приборы для определения механических свойств материалов.(ПК6)
- 24.Детали трущихся сопряжений. Методы измерения износа. (ПК6)
- 25.Машины для испытания материалов на усталость.(ПК6)
- 26.Машины для испытания материалов на ползучесть, длительную прочность и релаксацию.(ПК6)
- 27.Обеспечение износостойкости изделий.(ПК6)
- 28.Методы установления предельного износа, обеспечивающий требуемый уровень безопасности. (ПК6)

### **Тематика практических занятий**

#### **1.Статистические и вероятностные оценки надежности.**

Статистическая оценка надежности. Статистическая обработка экспериментальных данных по надежности.

2. **Показатели надежности** . Способы обеспечения надежности систем и ее оценка. Расчет безотказности систем с учетом их структуры.
3. Построение эмпирической функции распределения, гистограммы и полигона.
4. **Расчет показателей безотказности** – среднего типа отказов до заданной наработки, параметры потока отказов наработки, наработки на отказ.
5. **Расчет показателей долговечности.**
6. **Мероприятия**, обеспечивающие надежность при проектировании. Оценка схемной надежности.
7. **Резервирование** – нагруженный и ненагруженный резерв, скользящий резерв. Последовательность оценки схемной надежности.
8. **Уточненные исследования причин отказов.**
9. **Основные причины отказов различных устройств** – механических, гидравлических и пневматических, электрических, электронных и электротехнических; электрохимических.

#### **Вопросы для практических занятий**

1. Качество статистической информации.
2. Генеральная совокупность.
3. Объем статистической информации.
4. Достоверность статистической информации.
5. Первичная обработка экспериментального материала.
6. Упорядоченность выборочных наблюдений.
7. Вычисление частотей.
8. Определение числовых характеристик статистического распределения.
9. Графическое представление результатов.
10. Постановка задачи и модель функционирования сложной системы.
11. Надежность функционирования сложной системы.
12. Методы оценки безотказности технических систем с учетом их структуры и многофункциональности.
13. Объекты и элементы.
14. Состояние объекта – исправное, неисправное, работоспособное, отказ, дефект.
15. Отказы и их классификация.
16. Классификация отказов по характеру проявления.
17. Комплекс свойств, обеспечивающих надежность объекта.
18. Понятие сохраняемость.
19. Показатели надежности и их статистические оценки.
20. Ремонтпригодность и её основные показатели.
21. Комплексные показатели надежности.
22. Стандарты для расчета показателей надежности.
23. Оценка схемной надежности.

24. Условия возможности оценки систем.
25. Применяемые методы. Преимущества и недостатки.
26. Отказы и время их наступления- как случайные события и случайные величины.

**Образец бланкового тестового задания (для зачета)**

Тестовое задание по дисциплине «Испытания на прочность и иносостоятельность.  
Надежность механических систем»

Вариант 1

Студент \_\_\_\_\_

№ группы

- 1 Предмет, подлежащий расчету, исследованию, рассмотрению в процессе его проектирования, изготовления, эксплуатации и т.д. называется
  - 1) элементом
  - 2) изделием
  - 3) системой
  - 4) объектом
- 2 Основные показатели надежности
  - 1) безотказность, точность, прочность
  - 2) долговечность, прочность, экономичность
  - 3) безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость
  - 4) прочность, теплостойкость, экономичность
- 3 Вставить необходимое слово. Отказ элемента объекта обусловлен повреждениями или отказами других элементов объекта относится к ..... отказу.
  - 1) сложному
  - 2) зависимому
  - 3) постепенному
  - 4) износному
- 4 Эксплуатационными причинами возникновения отказов может быть
  - 1) нарушение установленных правил и (или) условий эксплуатации объекта
  - 2) неправильный учет нагрузок при проектировании
  - 3) дефекты при изготовлении объекта
  - 4) появление трещин
- 5 Нарботка на графике плотности распределения откладывается
  - 1) как площадь под кривой
  - 2) по оси y
  - 3) как тангенс угла наклона касательной
  - 4) по оси x
- 6 Составная часть объекта, надежность которой известна или может быть определена, называется
  - 1) изделием
  - 2) системой
  - 3) элементом
  - 4) деталью
- 7 В каких единицах измеряется плотность распределения вероятности наработки до отказа, если сама наработка измеряется в «км»?
  - 1) «шт»
  - 2) «1/км»
  - 3) «км»
  - 4) «км<sup>2</sup>»
- 8 Параметрами какого распределения являются среднее квадратическое отклонение  $s$  и математическое ожидание  $M[x]$  ?

- 1) экспоненциального
- 2) логарифмически-нормального
- 3) нормального
- 4) гамма-распределения

9 Общее количество испытываемых объектов  $N=1000$ , интенсивность отказов  $\lambda=10^{-4}$  отк/ч. Определить, сколько объектов откажет за время  $t=1000$  часов

- 1) 1
- 2) 10
- 3) 1000
- 4) 100

10 Какова вероятность безотказной работы  $P$  объекта при экспоненциальном законе и при  $t=T_{cp}$ ?

- 1) 0,33
- 2) 0,50
- 3) 0,37
- 4) 0,67

### Задание на выполнение расчетно-графической работы по тематике «Надежность механических систем»

Расчетно-графическая работа как элемент учебной дисциплины должна способствовать формированию компетенции ПК-5.

Исходными данными для выполнения расчетно-графической работы, является последовательность первичной обработки:

- упорядоченность выборочных наблюдений;
- вычисление частот (относительных частот);
- определение числовых характеристик статистического распределения;
- графическое представление результатов в виде гистограмм, полигонов и эмпирических функций распределения.

Исходными данными для выполнения расчетно-графической работы являются:

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
№ ответа										

выбор объекта исследования,

деталь или отдельный узел этого объекта. Студент самостоятельно или по рекомендации преподавателя выбирает объект исследования для работы.

По заданию студент:

- выбирает исходные данные для РГР;
- выполняет расчеты и другие виды работ по оформлению пояснительной записки в порядке, предусмотренном методическими указаниями.

Расчетно-графическая работа в зависимости от задания должна содержать:

1. Титульный лист



2. Задание на РГР
3. Исходные данные ( таблица с указанием интервалов и частот )
4. Расчеты и необходимые пояснения по теме исследуемого объекта, определение числовых характеристик статистического распределения
5. Сводную таблицу расчетов начальных и центральных эмпирических моментов
6. Определение среднего значения наработки до предельного состояния
7. Графическое представление статистических выборок (гистограмма или полигон)
8. Список использованных источников

Для указанного в задании объекта (детали или узла) исследования, необходимо определить основные статистические характеристики по данным ресурсных испытаний распределения наработки до предельного состояния объекта (детали или узла).

Произвести упорядочивание выборки (ранжирование выборки).

Определить число интервалов по правилу Старджеса, длину интервала.

Вычислить начальные моменты для условных вариант и центральные эмпирические моменты.

Выполнить обратный переход от условных вариант к действительным и определить среднее значение наработки детали или узла объекта до предельного состояния и среднее квадратичное отклонение наработки до предельного состояния.

Построить эмпирическую функцию распределения (статистическая функция распределения, кумулятивная кривая, функция накопленных частостей), гистограмму или полигон. На основании расчетов и графических построений, сделать выводы.

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

*а) основная литература:*

1. Анурьев В.И. А73 Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т. 1. – 9-е изд., перераб. и доп./ под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2006. – 928 с. ISBN 5-217-03343-6 (Т. 1) ISBN 5-94275-273-7 (Т. 1)

2. А.С. Гусев, А.Л. Карунин, Н.А. Крамской, С.А. Стародубцева. Надежность механических систем и конструкций при случайных воздействиях. М.: МГТУ «МАМИ», 2009.-284 с, ил.

3. Б.Ф. Хазов, Б.А. Дидусев. Справочник по расчету надежности машин на стадии проектирования. М. Машиностроение. 1986. 224 стр.

*б) дополнительная литература:*

1. Дидусев Б.А. Испытания на прочность и износостойкость. Часть 1. Испытания действием статической нагрузки-кратковременные и длительные. Испытания на ударную нагрузку. Учебное пособие. Москва: МГТУ «МАМИ» 2007 г.;

2. Дидусев Б.А. Испытания на прочность и износостойкость. Часть 2. Испытания на усталость. Специальные испытания (коррозионные испытания). Испытания деталей и соединений. Учебное пособие. Москва: МГТУ «МАМИ» 2007 г.;

3. Дидусев Б.А., Дмитриева Л.А. Испытания на прочность и износостойкость. Часть 3. Испытание на трение и износ. Обработка результатов испытаний. Учебное пособие. Москва: МГТУ «МАМИ» 2007 г.;

4. Мартынов В.К., Дмитриева Л.А., Семин И.Н., Испытание поперечно-нагруженного болтового соединения: Методические указания к лабораторной работе № 1 для студ. машиностроительных спец. – 3-е изд.- М., МГТУ «МАМИ» 2010.

5. Дидусев Б.А. Основы работоспособности технических систем. Часть 1. Качество и надёжность. Комплекс свойств, обеспечивающих работоспособность технических систем. Учебное пособие. Москва: МГТУ «МАМИ» 2014 г.;

6. Дидусев Б.А. Основы работоспособности технических систем. Часть 2. Математический аппарат исследования надёжности технических систем. Учебное пособие. Москва: МГТУ «МАМИ» 2014 г.;

7. Дидусев Б.А. Основы работоспособности технических систем. Часть 3. Показатели надёжности технических систем. Оценка систем. Учебное пособие. Москва: МГТУ «МАМИ» 2014 г.;

8. Дидусев Б.А. Основы работоспособности технических систем. Часть 5. Безопасность и надёжность. Требования к надёжности технических систем. Учебное пособие. Москва: МГТУ «МАМИ» 2014 г.

*в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:*

Программное обеспечение не предусмотрено.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте Мосполитеха в разделе:

- «Библиотека. Электронные ресурсы»

<http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog>

- «Библиотека. Электронно-библиотечные системы»

<http://lib.mami.ru/lib/ebs>

Сайт кафедры «Техническая механика» в разделе «Учебно-методические материалы» <http://mospolytech.ru/index.php?id=4552>

### **8. Материально – техническое обеспечение дисциплины**

Специализированные учебные лаборатории кафедры «Техническая механика» 2ПК207, 2ПК209, 2ПК223. Консультационно-вычислительный класс 2ПК-226, оснащенный компьютерами с расчетным и графическим программным обеспечением.

#### **Оборудование и аппаратура:**

- испытательное стендовое оборудование;
- проектор с компьютером и подборкой материалов для лекций, практических и лабораторных занятий;
- реальные демонстрационные элементы машиностроительных узлов, изучаемые в курсе;
- плакаты, иллюстративные и справочные материалы.

### **9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов надежности механических систем, 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.

#### **Виды внеаудиторной самостоятельной работы:**

- выполнение реферата;

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- выполнение домашних заданий по закреплению тем;
- научно-исследовательская работа студентов;
- участие в тематических дискуссиях.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

### **Вопросы, выносимые на самостоятельную работу**

1. Кратковременные испытания и испытания на длительную прочность: основные соотношения, характеристики статической прочности, механические характеристики материалов при высоких и низких температурах. (ПК-1)
2. Основные соотношения испытания на длительную прочность (ПК-1)
3. Характеристики статической прочности испытаний (ПК-1)
4. Механические характеристики материалов при высоких температурах (ПК-1)
5. Механические характеристики материалов при низких температурах.(ПК-1)
6. Влияние скорости деформирования (ПК-1)
7. Влияние температуры при испытании на длительную прочность (ПК-1)
8. Ударные испытания на изгиб (ПК-5)
9. Ударные испытания скручиванием. (ПК-5)
10. Типы циклов напряжений при испытаниях на усталость и характеристики циклов (ПК-1) Предел усталости и ограниченные пределы усталости (ПК-1)
11. Анализ влияния различных факторов на предел усталости – состояние поверхности, коррозия и коррозия трения, тренировка и поверхностные упрочнения, концентрация напряжений, повышение и понижение

- температуры. (ПК-5)
12. Анализ влияния состояние поверхности на предел усталости (ПК-5)
  13. Анализ влияния коррозия и коррозия трения на предел усталости (ПК-5)
  14. Анализ влияния тренировки и поверхностные упрочнения на предел усталости (ПК-5)
  15. Анализ влияния концентрация напряжений на предел усталости (ПК-5)
  16. Анализ влияния повышение температуры. на предел усталости (ПК-5)
  17. Анализ влияния понижение температуры. на предел усталости (ПК-5)
  18. Коррозионные химические процессы (ПК-6)
  19. Коррозионные электрохимические процессы (ПК-6)
  20. Покровное и химическое пассивирование (ПК-6)
  21. Кратковременные коррозионные испытания в особых условиях. (ПК-6)
  22. Ускоренные коррозионные испытания в особых условиях. (ПК-6)
  23. Испытания сварных соединений ударной нагрузкой. (ПК-6)
  24. Испытания на образование горячих трещин. (ПК-6)
  25. Испытания сварных соединений на усталость. (ПК-6)
  26. Влияние деформации на износ при трении скольжения (ПК-6)
  27. Влияние температуры на износ при трении скольжения (ПК-6)
  28. Влияние химического действия окружающей среды на износ при трении скольжения. (ПК-6)
  29. Влияние смазки при трении качения (ПК-6)
  30. Объекты и элементы (ПК-1)
  31. Состояние объекта – исправное, неисправное, работоспособное, отказ, дефект (ПК-1)
  32. Отказы и их классификация (ПК-1)
  33. Классификация отказов по характеру проявления (ПК-1)
  34. Отказы и время их наступления- как случайные события и случайные величины (ПК-1)
  35. Комплекс свойств, обеспечивающих надежность объекта (ПК-1)
  36. Понятие сохраняемость (ПК-1)
  37. Показатели надежности и их статистические оценки (ПК-5)
  38. Показатели надежности и их вероятностные оценки (ПК-5)
  39. Качество статистической информации – достоверность, объект, однородность (ПК-5)
  40. Обработка экспериментальных данных – упорядочение выборочных наблюдений (ПК-5)
  41. Определение числа и длины интервалов, вычисление частот (ПК-5)
  42. Статистические характеристики – выборочное среднее и выборочная дисперсия (ПК-6)
  43. Вероятностная оценка надежности (ПК-6)
  44. Нормальный закон распределение (ПК-6)
  45. Показатели надежности невозстанавливаемых объектов. (ПК-6)
  46. Показатели безотказности, вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, интенсивность отказов (ПК-6)

47. Статистическое и вероятностное определение (ПК-6)
48. Показатели сохраняемости (ПК-6)
49. Показатели надежности восстанавливаемых объектов (ПК-6)
50. Расчет показателей долговечности (ПК-6)
51. Ремонтпригодность и её основные показатели (ПК-6)
52. Комплексные показатели надежности (ПК-6)
53. Стандарты для расчета показателей надежности. (ПК-6)
54. Оценка схемной надежности (ПК-5)
55. Условия возможности оценки систем (ПК-5)
56. Применяемые методы.. Преимущества и недостатки (ПК-5)
57. Необходимые предпосылки для объективного анализа причин отказов. (ПК-5)
58. Последовательность работ при установлении причин отказов (ПК-5)
59. Уточненные исследования причин отказов (ПК-5)
60. Основные причины отказов механических устройств (ПК-5)
61. Основные причины отказов гидравлических и пневматических устройств (ПК-5)
62. Основные причины отказов электрических, электронных и электротехнических; электрохимических. (ПК-5)

#### **10. Методические рекомендации для преподавателя**

Основное внимание при изучении дисциплины «Испытания на прочность и износостойкость. Надежность механических систем» следует уделить основным моментам, что механические свойства материала определяются одновременно как его прерывистостью, так и его непрерывистостью, и, в зависимости от условий нагружения и структуры материала проявляются, либо, главным образом, непрерывные, либо дискретные особенности строения материала. А, также следует уделять внимание изучению понятий: надежность технических устройств, технических систем и машин; изменению показателей работоспособности технических устройств, технических систем и машин с течением времени, чтобы на основании этого разработать методы, обеспечивающие с наименьшей затратой времени и средств, необходимую продолжительность и безотказность их работы.

Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться лабораторной и практической работами.

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

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники, учебные пособия, информационные ресурсы Интернета;
- справочные материалы и нормативно-техническая документация.