Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 25.09.2023 14:48:26
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
_____ /Е.В. Сафонов/
"02" сентября 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Испытания на прочность и износостойкость. Надежность механических систем»

Направление подготовки
15.03.01 Машиностроение

Профиль подготовки
«Машины и технологии обработки металлов давлением в метизных производствах»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очно-заочная

Москва 2021 г.

1. Цель освоения дисциплины

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

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

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

- 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;
- 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).

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Испытания 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 металлов давлением в метизных производствах» очно-заочной формы обучения.

Дисциплина «Испытания 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;
- Основы проектирования деталей и узлов машин;
- Сопротивление материалов;
- Основы технологии машиностроения;
- Основы теоретических и экспериментальных исследований

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

- Основы метрологии, стандартизации, сертификации и контроля качества;
- Метрологическое обеспечение метизного производства;
- Прикладные задачи сопротивления материалов;
- Общее материаловедение
- Коррозия и антикоррозионные покрытия;
- Металлические и неметаллические материалы для метизных производств;
- 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	**знать:** • основные закономерности в области надежности, терминологию, основные понятия и определения, относящиеся к надежности механических систем; • показатели надежности и их статистические и вероятностные оценки; • основные закономерности в области испытаний, терминологию, основные

		понятия и определения, относящиеся к испытаниям на прочность и износостойкость **уметь:** • решать различные инженерные задачи с использованием знаний, приобретенных при изучении предшествующих дисциплин, с учетом реальных условий поверки основных средств измерений при производстве и эксплуатации объектов • использовать статистические методы оценки надежности объекта; • решать различные инженерные задачи с использованием знаний, приобретенных при изучении дисциплины, с учетом реальных условий применения основных способов испытаний на прочность и износостойкость **владеть:** • выбором и нормированием структурных и диагностических параметров при составлении структурно - следственных схем для анализа причин и последствий прекращения работоспособности основных систем и агрегатов • навыками оценки комплекса свойств обеспечивающих надежность объектов; • навыками решения инженерных задач по подбору вида и способа испытания
ПК-5	умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании ;	**знать:** • технические условия, стандарты и технические описания объектов изделий метизного производства • как выбрать номенклатуру и необходимое количество показателей надежности при оценке работоспособного состояния техники при осуществлении рациональной эксплуатации; • методики проведения испытаний, аппаратуру для испытаний; • технические условия, технические описания , требования к

		испытываемым образцам для изделий метизного производства **уметь:** • использовать математические методы и модели в технических приложениях при определении диагностических показателей надежности и в процессе эксплуатации технического изделия. • определять комплексные показатели надежности; • использовать результаты испытаний при оценке дефектов строения и анализе пригодности для обработки давлением; • составлять техническое описание способа испытания и используемой аппаратуры **владеть:** • навыками составления плана испытаний и оценки достоверности показателей надежности основных систем и агрегатов транспортных и транспортно-технологических машин. • навыками расчета показателей безотказности, долговечности и ремонтопригодности. Стандартами показателей надежности • методиками выбора способов и аппаратуры для испытаний механических систем • навыками составления плана испытаний и оценки достоверности показателей основных систем и агрегатов.
ПК-6	умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями ;	**знать:** • методы обеспечения надежности на стадиях проектирования изготовления и эксплуатации; • методы оценки показателей объектов метизного производства при анализе причин и последствий прекращения их работоспособности; • порядок обработки и оценки результатов испытаний **уметь:** • использовать методы обеспечения надежности на стадиях проектирования изготовления и

		эксплуатации; • определять условия возможности оценки систем • использовать результаты испытаний на стадиях проектирования изготовления и эксплуатации объектов метизного производства **владеть:** • навыками расчета ожидаемых показателей надежности объекта при проектировании; • навыками применения различных статистических моделей случайных процессов для описания отказов проектируемых объектов. • навыками статистической обработки и оценки полученных результатов испытаний

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы**,** то есть **144** академических часов (из них 90 часа – самостоятельная работа студентов).

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

Аудиторных занятий – **54** часов, в том числе лекций – **36** часов; лабораторные работы - **9** часов; практические занятия - **9** часов. Реферат – 7 семестр. Расчетно-графическая работа – 8 семестр. Форма контроля – зачет.

В **седьмом семестре** предусмотрено: аудиторных занятий - 18 часов, в том числе лекций -9 часов; лабораторных работ -9 часов. (30 часа – самостоятельная работа). Реферат. Форма контроля – **зачет**.

В **восьмом семестре** предусмотрено: аудиторных занятий - 36 часов, в том числе лекций -27 часов; практические занятия -9 часов. (60 час - самостоятельная работа). Расчетно-графическая работа -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.

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

4.1.1 Лекции по тематике «Испытания на прочность и износостойкость»

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.

4.1.2 Лекции по тематике «Надежность механических систем»

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

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.

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 частостей. 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.

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. 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.

Способы обеспечения надежности систем и ее оценка. Мероприятия, обеспечивающие надежность при проектировании. Оценка схемной надежности. 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.

4.2. Лабораторные работы по тематике «Испытания на прочность и износостойкость»

1. **Испытания на усталость.** Определение приведенного коэффициента трения клиноременной передачи.
2. **Специальные испытания** Клиноременные вариаторы с автоматическими натяжными устройствами.
3. **Испытания деталей и соединений** Испытание поперечно-нагруженного болтового соединения.
4. **Испытания на трение фрикционных материалов.** Исследование электропривода с инерционными массами в режиме пуска.
5. **Испытания на износ при трении скольжения.** Исследование инновационных материалов для втулок подшипников скольжения
6. **Испытания на специальные виды износа** Изучение конструкций типовых стендов для трибологических испытаний зубчатых и гипоидных передач.

4.3. Практические занятия по тематике «Надежность механических систем»

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 компетентностного 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:

- индивидуальное обсуждение выполняемых этапов расчетно-графического задания;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме проверки расчетно-графического задания;
- проведение интерактивных занятий по процедуре подготовки к интернет-тестированию на сайтах: *i-exam.ru, fepo.ru;*
- использование интерактивных форм текущего контроля в форме внеаудиторного интернет-тестирования;
- подготовка к выполнению лабораторных работ в лабораториях вуза;
- обсуждение и защита рефератов по дисциплине;
- использование технических средств интерактивного обучения (мультимедийного оборудования, компьютеров, плакатов, лабораторных установок, натурных 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 предусмотрены одна расчетно-графическая работы (РГР);
- в процессе обучения предусмотрено написание реферата;
- защита лабораторных работ;
- индивидуальный опрос;
- проведение интерактивных занятий по процедуре подготовки к интернет-тестированию.
- зачет по материалам 7 и 8 семестра.

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

В процессе обучения предусмотрена расчетно-графическая работа:

№ 1 Статистическая обработка экспериментальных данных по надежности. Выбор закона распределения. Расчет показателей надежности. Построение эмпирической функции распределения, гистограммы или полигона.

В процессе обучения предусмотрено выполнение реферата. 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.

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).

ПК-1 способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знать: основные закономерности в области надежности, терминологию, основные понятия и определения, относящиеся к надежности механических систем ; показатели надежности и их статистические и вероятностные оценки. основные закономерности в области испытаний, терминологию, основные понятия и определения, относящиеся к испытаниям на прочность и износостойкость	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основные закономерности в области надежности, терминологию, основные понятия и определения, относящиеся к надежности механических систем ; показатели надежности и их статистические и вероятностные оценки	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основные закономерности в области надежности, терминологию, основные понятия и определения, относящиеся к 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 оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основные закономерности в области надежности, терминологию, основные понятия и определения, относящиеся к 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 надежности, терминологию, основные понятия и определения, относящиеся к надежности механических систем ; показатели надежности и их статистические и вероятностные оценки, свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: решать различные инженерные задачи с использованием знаний, приобретенных при изучении предшествующих дисциплин, с учетом реальных условий поверки основных средств измерений при производстве и эксплуатации объектов использовать статистические	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: решать различные инженерные задачи с использованием знаний, приобретенных при изучении предшествующих дисциплин, с учетом реальных условий поверки основных средств измерений при производстве и	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: решать различные инженерные задачи с использованием знаний, приобретенных при изучении предшествующих дисциплин, с учетом реальных условий поверки основных средств измерений при производстве и	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: решать различные инженерные задачи с использованием знаний, приобретенных при изучении предшествующих дисциплин, с учетом реальных условий поверки основных средств измерений при производстве и	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: решать различные инженерные задачи с использованием знаний, приобретенных при изучении предшествующих дисциплин, с учетом реальных условий поверки

методы оценки надежности объекта решать различные инженерные задачи с использованием знаний, приобретенных при изучении предшествующих дисциплин, с учетом реальных условий применения основных способов испытаний на прочность и износостойкость	эксплуатации объектов использовать статистические методы оценки надежности объекта	эксплуатации объектов использовать статистические методы оценки надежности объекта Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	эксплуатации объектов использовать статистические методы оценки надежности объекта . Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	основных средств измерений при производстве и эксплуатации объектов использовать статистические методы оценки надежности объекта Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: выбором и нормированием структурных и диагностических параметров при составлении структурно - следственных схем для анализа причин и последствий прекращения работоспособности основных систем и агрегатов навыками оценки комплекса свойств обеспечивающих надежность объектов. навыками решения инженерных задач по подбору вида и способа испытания	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет выбором и нормированием структурных и диагностических параметров при составлении структурно - следственных схем для анализа причин и последствий прекращения работоспособности основных систем и агрегатов навыками оценки комплекса свойств обеспечивающих надежность объектов.	Обучающийся владеет выбором и нормированием структурных и диагностических параметров при составлении структурно - следственных схем для анализа причин и последствий прекращения работоспособности основных систем и агрегатов навыками оценки комплекса свойств обеспечивающих надежность объектов. в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет выбором и нормированием структурных и диагностических параметров при составлении структурно - следственных схем для анализа причин и последствий прекращения работоспособности основных систем и агрегатов навыками оценки комплекса свойств обеспечивающих надежность объектов., навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет выбором и нормированием структурных и диагностических параметров при составлении структурно - следственных схем для анализа причин и последствий прекращения работоспособности основных систем и агрегатов навыками оценки комплекса свойств обеспечивающих 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				
знать: технические условия, стандарты и технические описания объектов изделий метизного производства; как выбрать номенклатуру и необходимое количество показателей надежности при оценке работоспособного состояния техники при осуществлении рациональной эксплуатации; методики проведения испытаний, аппаратуру для испытаний, технические условия, технические описания , требования к испытываемым образцам для изделий метизного производства	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: технические условия, стандарты и технические описания объектов изделий метизного производства; как выбрать номенклатуру и необходимое количество показателей надежности при оценке работоспособного состояния техники при осуществлении рациональной эксплуатации;	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: технические условия, стандарты и технические описания объектов изделий метизного производства; как выбрать номенклатуру и необходимое количество показателей надежности при оценке работоспособного состояния техники при осуществлении рациональной эксплуатации; Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: технические условия, стандарты и технические описания объектов изделий метизного производства; как выбрать номенклатуру и необходимое количество показателей надежности при оценке работоспособного состояния техники при осуществлении рациональной эксплуатации; , но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: технические условия, стандарты и технические описания объектов изделий метизного производства; как выбрать номенклатуру и необходимое количество показателей надежности при оценке работоспособного состояния техники при осуществлении рациональной эксплуатации ,свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: использовать математические методы и модели в технических приложениях при определении диагностических показателей надежности и в процессе эксплуатации технического изделия. определять комплексные показатели надежности. использовать результаты испытаний при оценке дефектов строения и анализе пригодности для	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет использовать математические методы и модели в технических приложениях при определении диагностических показателей надежности и в процессе эксплуатации технического изделия. определять комплексные показатели надежности.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: использовать математические методы и модели в технических приложениях при определении диагностических показателей надежности и в процессе эксплуатации технического изделия. определять комплексные показатели надежности. . Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей,	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: использовать математические методы и модели в технических приложениях при определении диагностических показателей надежности и в процессе эксплуатации технического изделия. определять комплексные показатели надежности.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: использовать математические методы и модели в технических приложениях при определении диагностических показателей надежности и в процессе эксплуатации технического изделия. определять комплексные показатели надежности.

обработки давлением. составлять техническое описание способа испытания и используемой аппаратуры		обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: навыками составления плана испытаний и оценки достоверности показателей надежности основных систем и агрегатов транспортных и транспортно-технологических машин; навыками расчета показателей безотказности, долговечности и ремонтопригодности. Стандартами показателей надежности методиками выбора способов и аппаратуры для испытаний механических систем навыками составления плана испытаний и оценки достоверности показателей основных систем и агрегатов.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками составления плана испытаний и оценки достоверности показателей надежности основных систем и агрегатов транспортных и транспортно-технологических машин; навыками расчета показателей безотказности, долговечности и ремонтопригодност и. Стандартами показателей надежности	Обучающийся владеет навыками составления плана испытаний и оценки достоверности показателей надежности основных систем и агрегатов транспортных и транспортно-технологических машин; навыками расчета показателей безотказности, долговечности и ремонтопригодности. Стандартами показателей надежности Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет навыками составления плана испытаний и оценки достоверности показателей надежности основных систем и агрегатов транспортных и транспортно-технологических машин. навыками расчета показателей безотказности, долговечности и ремонтопригоднос ти. Стандартами показателей надежности , навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет навыками составления плана испытаний и оценки достоверности показателей надежности основных систем и агрегатов транспортных и транспортно-технологических машин. навыками расчета показателей безотказности, долговечности и ремонтопригодност и. Стандартами показателей надежности ,свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
ПК-6 умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с				

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

			на новые, нестандартные ситуации.	
владеть: навыками расчета ожидаемых показателей надежности объекта при проектировании; навыками применения различных статистических моделей случайных процессов для описания отказов проектируемых объектов. навыками статистической обработки и оценки полученных результатов испытаний	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками навыками расчета ожидаемых показателей надежности объекта при проектировании; навыками применения различных статистических моделей случайных процессов для описания отказов проектируемых объектов.	Обучающийся владеет навыками расчета ожидаемых показателей надежности объекта при проектировании; навыками применения различных статистических моделей случайных процессов для описания отказов проектируемых объектов. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет навыками расчета ожидаемых показателей надежности объекта при проектировании; навыками применения различных статистических моделей случайных процессов для описания отказов проектируемых объектов. , но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет навыками расчета ожидаемых показателей надежности объекта при проектировании; навыками применения различных статистических моделей случайных процессов для описания отказов проектируемых объектов. ,свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

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 «Испытания на прочность и износостойкость. Надежность механических систем» (прошли промежуточный контроль, выполнили лабораторные работы, выполнили реферат; выполнили расчетно-графическую работу).

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.

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 надежности 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 и практических 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 РГР;
- выполнение реферата;
- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к тестированию;
- 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 по тематике «Испытания на прочность и износостойкость»

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 тренировка 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)

Вопросы, выносимые на самостоятельную работу по тематике «Надежность механических систем»

1. Объекты и элементы (ПК-1)
2. Состояние объекта – исправное, неисправное, работоспособное, отказ, дефект (ПК-1)
3. Отказы и их классификация (ПК-1)
4. Классификация отказов по характеру проявления (ПК-1)
5. Отказы и время их наступления- как случайные события и случайные величины (ПК-1)
6. Комплекс свойств, обеспечивающих надежность объекта (ПК-1)
7. Понятие сохраняемость (ПК-1)
8. Показатели надежности и их статистические оценки (ПК-5)
9. Показатели надежности и их вероятностные оценки (ПК-5)
10. Качество статистической информации – достоверность, объект, однородность (ПК-5)
11. Обработка экспериментальных данных – упорядочение выборочных наблюдений (ПК-5)
12. Определение числа и длины интервалов, вычисление частостей (ПК-5)
13. Статистические характеристики – выборочное среднее и выборочная дисперсия (ПК-6)
14. Вероятностная оценка надежности (ПК-6)
15. Нормальный закон распределение (ПК-6)
16. Показатели надежности невосстанавливаемых объектов. (ПК-6)
17. Показатели безотказности, вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, интенсивность отказов (ПК-6)
18. Статистическое и вероятностное определение (ПК-6)
19. Показатели сохраняемости (ПК-6)
20. Показатели надежности восстанавливаемых объектов (ПК-6)
21. Расчет показателей долговечности (ПК-6)
22. Ремонтопригодность и её основные показатели (ПК-6)
23. Комплексные показатели надежности (ПК-6)

24. Стандарты для расчета показателей надежности. (ПК-6)
25. Оценка схемной надежности (ПК-5)
26. Условия возможности оценки систем (ПК-5)
27. Применяемые методы.. Преимущества и недостатки (ПК-5)
28. Необходимые предпосылки для объективного анализа причин отказов. (ПК-5)
29. Последовательность работ при установлении причин отказов (ПК-5)
30. Уточненные исследования причин отказов (ПК-5)
31. Основные причины отказов механических устройств (ПК-5)
32. Основные причины отказов гидравлических и пневматических устройств (ПК-5)
33. 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 уделять изучению основных понятий: это 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 практической работой.

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.

Приложение 1
к рабочей программе

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

по направлению **15.03.01 «Машиностроение»**

профиль подготовки **«Машины и технологии обработки металлов давлением в метизных производствах»**

Форма обучения: очно- заочное

№ пп	Раздел	Семестр	Сессия	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р	К.П.	РГР	Реферат.	К/р	Э	З
1	**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. 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.	7		1			3					1			

2	**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. Дефекты кристаллической решетки – краевая и винтовая дислокации. Методика испытаний на ударную нагрузку. Машины, определяемые параметры, образцы, способы достижения температуры, порядок проведения испытаний. Анализ результатов ударных испытаний.	7		1			3								
3	**Испытания на усталость.** 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.	7		1		2	3								

	Лабораторная работа: Определение приведенного коэффициента трения клиноременной передачи														
4	**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. Общие положения по проведению коррозионных испытаний. Натурные и лабораторные испытания. Электрохимические методы испытаний на межкристаллитную коррозию и коррозию под напряжением. **Лабораторная работа:** Клиноременные вариаторы с автоматическими натяжными устройствами	7		1		2	3								

5.	**Испытания деталей и соединений.** 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. **Лабораторная работа**: «Испытание поперечно-нагруженного болтового соединения»	7		1		2	3								

6.	**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. **Лабораторная работа:** Исследование электропривода с инерционными массами в режиме пуска	7		1		1	3								

7.	**Испытания на износ при трении скольжения.** Износ. Износостойкость и основные положения процесса износа. Основные виды износа. Механизм износа металлических поверхностей. **Испытания на износ при трении качения.** 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. **Лабораторная работа:** Исследование инновационных материалов для втулок подшипников скольжения	7		1		1	4								

8.	**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. **Лабораторная работа:** Изучение конструкций типовых стендов для трибологических испытаний зубчатых и гипоидных передач	7		1		1	4								
9.	**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.	**7**		**1**			**4**								

	Форма аттестации														
	Кол-во часов по дисциплине за 7 семестр			**9**		**9**	**30**					**Р**			**З**

8 семестр

№ пп	**Раздел**	**Семестр**	**Сессия**	**Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах**					**Виды самостоятельной работы студентов**					**Формы аттестации**	
				Л	**П/С**	**Лаб**	**СРС**	**КСР**	**К.Р**	**К.П.**	**РГР**	**Реферат.**	**К/р**	**Э**	**З**
1.	**Введение.** Значение и место дисциплины в системе подготовки бакалавра. Определения. Разделы дисциплины. **Статистические и вероятностные оценки надежности** **Качество и надежность машин**. Основные термины и определения. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые объекты, ремонтируемые и неремонтируемые объекты. **Практические занятия** Статистическая оценка надежности. Статистическая обработка экспериментальных данных по надежности	8		3	1		6				1				

2.	**Отказы** – по происхождению, по изменению режима работы, по последствиям. Комплекс свойств, обеспечивающих надежность – безотказность, долговечность, ремонтопригодность, сохраняемость. **Практические занятия** Способы обеспечения надежности систем и ее оценка. Расчет безотказности систем с учетом их структуры			3	1		6								
3.	**Статистические и вероятностные оценки надежност**и. 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. **Практические занятия** Построение эмпирической функции распределения, гистограммы и полигона	8		3	1		6				1				
4.	**Вероятностная оценка надежности**. Переход от статистических распределений к	8		3	1		7								

	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. **Практические занятия** **Расчет показателей безотказности** – среднего типа отказов до заданной наработки, параметры потока отказов наработки, наработки на отказ														
5.	**Показатели надежности.** Показатели надежности невосстанавливаемых объектов. Показатели безотказности, вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, интенсивность отказов. Статистическое и вероятностное определение. Показатели сохраняемости. **Практические занятия** **Расчет показателей долговечности**	8		3	1		7								

6.	**Показатели долговечности** – ресурс и срок службы и их разновидности. Расчет показателей долговечности. Ремонтопригодность и её основные показатели.. **Практические занятия** **Мероприятия**, обеспечивающие надежность при проектировании. Оценка схемной надежности			3	1		7								
7.	**Способы обеспечения надежности систем и ее оценка.** Мероприятия, обеспечивающие надежность при проектировании. Оценка схемной надежности. Условия возможности оценки систем. Применяемые методы. **Практические занятия** Резервирование – нагруженный и ненагруженный резерв, скользящий резерв. Последовательность оценки схемной надежности	8		3	1		7								
8.	**Метод структурных схем**. Преимущества и недостатки, ограничения по их применению. **Практические занятия** Уточненные исследования причин отказов			3	1		7								

9.	**Виды отказов. Установление причин отказов.** Необходимые предпосылки для объективного анализа причин отказов. Последовательность работ при установлении причин отказов. Уточненные исследования причин отказов. **Практические занятия** Основные причины отказов различных устройств – механических, гидравлических и пневматических, электрических, электронных и электротехнических; электрохимических	8		3	1		7								
	Форма аттестации														
	Кол-во часов за 8 семестр			**27**	**9**		**60**				**РГР**				**З**
	Всего часов по дисциплине 144 часа			**54**	**9**	**9**	**90**								

Заведующий кафедрой «Техническая механика»,
профессор, д.ф.-м..н. В.С. Бондарь

Приложение 2 к
рабочей программе

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 металлов давлением в метизных производствах»

Форма обучения: очно-заочная

Вид профессиональной деятельности:

научно-исследовательская, производственно-технологическая, 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 расчетно-графических работ
образцы вопросов из фонда тестовых заданий

Составители:

Профессор, к.т.н. Баловнев Н.П.

Старший преподаватель Дмитриева Л.А.

Москва, 2019

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		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
ПК-1	**способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки**	**Знать:** основные закономерности в области надежности, терминологию, основные понятия и определения, относящиеся к надежности механических систем ; показатели надежности и их статистические и вероятностные оценки. основные закономерности в области испытаний, терминологию, основные понятия и определения, относящиеся к испытаниям на прочность и износостойкость **Уметь:** решать различные инженерные задачи с использованием знаний, приобретенных при изучении предшествующих дисциплин, с учетом реальных условий поверки основных средств измерений при производстве и эксплуатации объектов использовать статистические методы оценки надежности объекта решать различные инженерные задачи с использованием знаний,	лекция, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа	З, Т, Р, РГР	**Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам **Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе выполнения лабораторных работ и расчетно-графической работы; готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной

		приобретенных при изучении предшествующих дисциплин, с учетом реальных условий применения основных способов испытаний на прочность и износостойкость **Владеть:** выбором и нормированием структурных и диагностических параметров при составлении структурно - следственных схем для анализа причин и последствий прекращения работоспособности основных систем и агрегатов навыками оценки комплекса свойств обеспечивающих надежность объектов. навыками решения инженерных задач по подбору вида и способа испытания			определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении
ПК-5	**умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании**	**Знать:** технические условия, стандарты и технические описания объектов изделий метизного производства; как выбрать номенклатуру и необходимое количество показателей надежности при оценке работоспособного состояния техники при осуществлении рациональной эксплуатации; методики проведения испытаний, аппаратуру для испытаний, технические условия, технические описания , требования к испытываемым образцам для изделий метизного производства **Уметь:** использовать математические методы и модели в технических приложениях	лекция, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа	З, Т, Р, РГР	**Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам **Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе выполнения лабораторных работ и расчетно-графической работы; готовность решать

		при определении диагностических показателей надежности и в процессе эксплуатации технического изделия. определять комплексные показатели надежности. использовать результаты испытаний при оценке дефектов строения и анализе пригодности для обработки давлением. составлять техническое описание способа испытания и используемой аппаратуры **Владеть:** навыками составления плана испытаний и оценки достоверности показателей надежности основных систем и агрегатов транспортных и транспортно- технологических машин; навыками расчета показателей безотказности, долговечности и ремонтопригодности. Стандартами показателей надежности методиками выбора способов и аппаратуры для испытаний механических систем навыками составления плана испытаний и оценки достоверности показателей основных систем и агрегатов.			практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении
ПК-6	**умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов**	**знать:** методы обеспечения надежности на стадиях проектирования изготовления и эксплуатации; методы оценки показателей объектов метизного производства при анализе причин и последствий прекращения их работоспособности	лекция, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа	З, Т, Р, РГР	**Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по

	машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями	порядок обработки и оценки результатов испытаний **уметь:** использовать методы обеспечения надежности на стадиях проектирования изготовления и эксплуатации; определять условия возможности оценки систем использовать результаты испытаний на стадиях проектирования изготовления и эксплуатации объектов метизного производства **владеть:** навыками расчета ожидаемых показателей надежности объекта при проектировании; навыками применения различных статистических моделей случайных процессов для описания отказов проектируемых объектов. навыками статистической обработки и оценки полученных результатов испытаний			известным алгоритмам, правилам и методикам **Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе выполнения лабораторных работ и расчетно-графической работы; готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении

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

Приложение 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

По тематике «Испытания на прочность и износостойкость»

7 семестр

1. Билеты для зачета

1. Назначение: Используются для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Испытания на прочность и износостойкость. Надёжность 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 серьёзные 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. Надёжность механических систем»
Образовательная программа 15.03.01 Машиностроение
Курс 4, семестр -7

БИЛЕТ № 1.

1. Какие основные три фактора определяют вид излома??
2. Методика испытаний на ударную нагрузку.

Утверждено на заседании кафедры «28» августа 2019 г., протокол № 1.
Зав. кафедрой /В.С. Бондарь/

Перечень вопросов для проведения зачета по дисциплине

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

Вопросы к зачету в 7 семестре	Код компетенции
Что такое предел ползучести? Дать определение	**ПК-1**
Что такое релаксация?При проведении испытаний на релаксацию напряжений какие параметры остаются постоянными и какие изменяются?	**ПК-1**
Почему при испытаниях на статическую прочность образец для испытаний должен иметь определенное соотношение между расчетной длинной l0 b и диаметром d0 ?	**ПК-1**
Какая размерность характеристики ударной прочности-ударной вязкости? Каков порядок величин?	**ПК-1**
Какой вид поверхности излома будет при пластичном	**ПК-1**

изломе и какой-при хрупком изломе?	
Какие основные три фактора определяют вид излома?	**ПК-1**
Почему при ударных испытаниях применяют образцы с надрезом?	**ПК-1**
Кратковременные испытания и испытания на длительную прочность	**ПК-1**
Методика испытаний.	**ПК-1**
Машины и образцы для испытаний	**ПК-1**
Использование результатов испытаний при оценке дефектов строения и анализе пригодности для обработки давлением.	**ПК-1**
Влияние распределения нагрузки – упругие искажения атомной решетки и сдвиг атомных слоев.	**ПК-1**
Влияние скорости деформирования	**ПК-1**
Методика испытаний на ударную нагрузку	**ПК-1**
Машины, определяемые параметры, образцы, способы достижения температуры, порядок проведения испытаний	**ПК-1**
Ударные испытания на изгиб.	**ПК-1**
Ударные испытания скручиванием	**ПК-1**
Основные особенности усталостных разрушений	**ПК-5**
Машины для усталостных испытаний	**ПК-5**
Образцы для испытаний.	**ПК-5**
Предел усталости и ограниченные пределы усталости	**ПК-5**
Анализ влияния различных факторов на предел усталости	**ПК-6**
Разновидности коррозии	**ПК-6**
Общие положения по проведению коррозионных испытаний	**ПК-6**
Ускоренные и кратковременные коррозионные испытания в особых условиях.	**ПК-6**
Испытания сварных соединений	**ПК-6**
Испытания на растяжения стыковых и угловых швов, точечной сварки.	**ПК-6**
Испытания на образование горячих трещин	**ПК-6**
Испытания сварных соединений на усталость	**ПК-6**
Испытания на усталость деталей, соединений и конструкций	**ПК-6**

Подбор пар трения. Методы определения коэффициента трения	**ПК-6**
Износ .Износостойкость и основные положения процесса износа.	**ПК-6**
Основные виды износа	**ПК-6**
Механизм износа металлических поверхностей.	**ПК-6**
Влияние деформации, температуры и химического действия окружающей среды.	**ПК-6**
Механизм износа пластмасс и резины	**ПК-6**
Методика испытаний на износ при трении скольжения.	**ПК-6**
Специализированные испытательные установки – замкнутый и разомкнутый метод нагружения	**ПК-6**
Методы измерения износа.	**ПК-6**
Износ, вызываемый качением	**ПК-6**
Испытания подшипников качения	**ПК-5**
Испытания зубчатых колес на выкрашивание, износ и заедание.	**ПК-5**
Стенды, методика испытаний и обработка экспериментальных данных.	**ПК-5**
Понятие Фреттинг – коррозия	**ПК-5**
Механизм фреттинг коррозии	**ПК-5**
Методы уменьшения фреттинг - коррозии	**ПК-6**
Испытательные установки	**ПК-6**
Износ, обусловленный ударами капель жидкости	**ПК-6**
Моделирующие устройства для испытаний на износ капельным ударом.	**ПК-6**
Кавитационный износ гидродинамических машин, карбюраторов, поршней, поршневых колец.	**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. Надежность механических систем».

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 по тематике «Испытания на прочность и износостойкость»

1. **Испытания на усталость.** Определение приведенного коэффициента трения клиноременной передачи. -2 часа (Стенд для испытаний, презентация, натуральные образцы ремней)
2. **Специальные испытания** Клиноременные вариаторы с автоматическими натяжными устройствами. -2 часа Стенд для испытаний, презентация, натуральный образец вариатора)
3. **Испытания деталей и соединений** Испытание поперечно-нагруженного болтового соединения. – 2 часа (Универсальная установка, образцы болтовых соединений)
4. **Испытания на трение фрикционных материалов.** Исследование электропривода с инерционными массами в режиме пуска. -1 час (Стенд для испытаний, презентация)
5. **Испытания на износ при трении скольжения.** Исследование инновационных материалов для втулок подшипников скольжения- 1 час (презентация, натуральные образцы втулок)
6. **Испытания на специальные виды износа.** Изучение конструкций типовых стендов для трибологических испытаний зубчатых и гипоидных передач.- 1 час (презентация, схемы стендов)

Пример лабораторной работы

«Испытание поперечно-нагруженного болтового соединения»

<u>Образец журнала испытаний</u>

Заполняется студентом при подготовке и в ходе выполнения лабораторной работы.

Студент

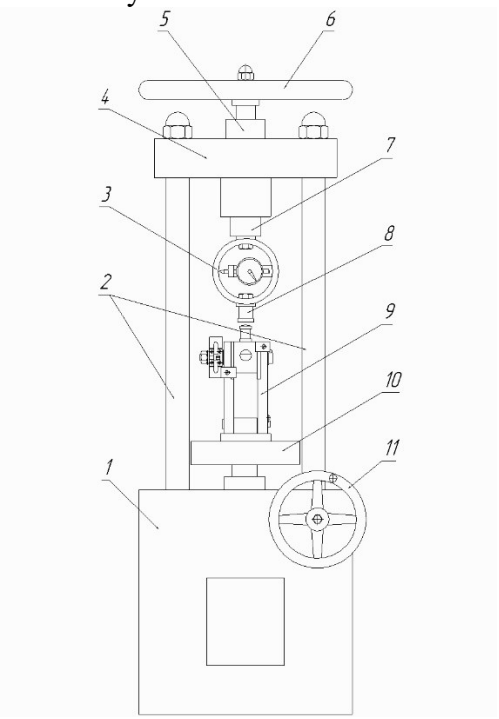
Лаборатория Группа Дата

«Техническая механика» Проверил

ЖУРНАЛ ИСПЫТАНИЙ

Лабораторная работа
«Испытание поперечно нагруженного болтового соединения.»

1. Схема установки.



2. Данные испытаний и расчетов.

№ № изм.	$F_з$, кН	$F_в$, кН	f
1			
2			
3			
4			
5			
6			

7			
8			
9			

3. График $f = f(F_з)$.
4. Выводы:

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?

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 газообразивное 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)

По тематике «Надежность механических систем»

8 семестр

№№ п/п	Вопросы к зачету в 8 семестре	Код компетенции
1.	Качество и надежность машин	**ПК-1**
2.	Надежность. Объекты рассматриваемые в надежности	**ПК-1**
3.	Объекты и элементы	**ПК-1**
4.	Состояние объекта – исправное, неисправное, работоспособное, отказ, дефект	**ПК-1**
5.	Восстанавливаемые и невосстанавливаемые объекты, ремонтируемые и неремонтируемые объекты	**ПК-1**
6.	Отказы и их классификация	**ПК-1**
7.	Классификация отказов по характеру проявления	**ПК-1**
8.	Отказы – по происхождению	**ПК-1**
9.	Отказы по изменению режима работы	**ПК-1**
10.	Отказы по последствиям	**ПК-1**
11.	Отказы и время их наступления- как случайные события и случайные величины	**ПК-1**
12.	Комплекс свойств, обеспечивающих надежность объекта	**ПК-1**
13.	Понятие безотказности	**ПК-1**
14.	Понятие долговечность	**ПК-1**
15.	Понятие ремонтопригодность	**ПК-1**
16.	Понятие сохраняемость	**ПК-1**
17.	Показатели надежности и их статистические оценки	**ПК-5**
18.	Показатели надежности и их вероятностные оценки	**ПК-5**
19.	Качество статистической информации – достоверность, объект, однородность	**ПК-5**
20.	Обработка экспериментальных данных – упорядочение выборочных наблюдений	**ПК-5**
21.	Определение числа и длины интервалов, вычисление частостей	**ПК-5**
22.	Статистические характеристики – выборочное среднее и выборочная дисперсия	**ПК-6**
23.	Вероятностная оценка надежности	**ПК-6**
24.	Переход от статистических распределений к вероятностным	**ПК-6**
25.	Нормальный закон распределение	**ПК-6**
26.	Экспоненциальное распределение	**ПК-6**
27.	Логарифмически-нормальное распределение	**ПК-6**
28.	Гамма-распределение	**ПК-6**

29.	Распределение Вейбулла	**ПК-6**
30.	Показатели надежности невосстанавливаемых объектов.	**ПК-6**
31.	Показатели безотказности, вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, интенсивность отказов	**ПК-6**
32.	Статистическое и вероятностное определение	**ПК-6**
33.	Показатели сохраняемости	**ПК-6**
34.	Показатели надежности восстанавливаемых объектов	**ПК-6**
35.	Показатели долговечности – ресурс и срок службы и их разновидности	**ПК-6**
36.	Расчет показателей долговечности	**ПК-6**
37.	Ремонтопригодность и её основные показатели	**ПК-6**
38.	Расчет сохраняемости	**ПК-6**
39.	Комплексные показатели надежности	**ПК-6**
40.	Стандарты для расчета показателей надежности.	**ПК-6**
41.	Мероприятия, обеспечивающие надежность при проектировании	**ПК-5**
42.	Оценка схемной надежности	**ПК-5**
43.	Условия возможности оценки систем	**ПК-5**
44.	Применяемые методы.. Преимущества и недостатки	**ПК-5**
45.	Метод структурных схем. Преимущества и недостатки, ограничения по их применению	**ПК-5**
46.	Последовательные, параллельные, смешанные соединения элементов в системе	**ПК-6**
47.	Резервирование – нагруженный и ненагруженный резерв, скользящий резерв	**ПК-6**
48.	Последовательность оценки схемной надежности	**ПК-6**
49.	Метод логических схем. Условия применения. Целесообразность применения.	**ПК-6**
50.	Необходимые предпосылки для объективного анализа причин отказов.	**ПК-5**
51.	Последовательность работ при установлении причин отказов	**ПК-5**
52.	Уточненные исследования причин отказов	**ПК-5**
53.	Основные причины отказов механических устройств	**ПК-5**
54.	Основные причины отказов гидравлических и пневматических устройств	**ПК-5**
55.	Основные причины отказов электрических, электронных и электротехнических; электрохимических.	**ПК-5**

Образцы вопросов из фонда тестовых заданий
Вопросы для оценки компетенции ПК-1;ПК-6

Тесты для проведения рубежного контроля по разделам программы дисциплины

1. Назначение: Используются для проведения текущей промежуточной аттестации по дисциплине «Испытания на прочность и износостойкость. Надежность технических систем».
2. Тестирование может проводиться в виде электронного или бланкового тестирования. Тестовое задание содержит 10 вопросов.
3. Время на выполнение теста 30 мин.
4. Шкала оценивания:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он правильно ответил на 7 и более вопросов.
- оценка «не зачтено», если правильно ответил на 6 и менее вопросов.

Образец бланкового тестового задания по тематике «Надежность механических систем»

Тестовое задание по дисциплине «Испытания на прочность и износостойкость. 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, ремонтопригодность, 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 Наработка на графике плотности распределения откладывается
1) как площадь под кривой
2) по оси у
3) как тангенс угла наклона касательной
4) по оси х

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»

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

3) «км»
4) «км^2»

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 испытуемых 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 $t=T_{ср}$**?**
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 частостей (относительных частот);

-определение числовых характеристик статистического распределения;

-графическое представление результатов в виде гисторамм, полигонов и эмпирических функций распределения.

Исходными данными для выполнения расчетно-графической работы являются : 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.

Тематика практических занятия «Надежность механических систем»

1.Статистические и вероятностные оценки надежности.
Статистическая оценка надежности. Статистическая обработка экспериментальных данных по надежности.-1 час
2.Показатели надежности . Способы обеспечения надежности систем и ее оценка. Расчет безотказности систем с учетом их структуры.-1 час
3. Построение эмпирической функции распределения, гистограммы и полигона.-1 час
4. **Расчет показателей безотказности** – среднего типа отказов до заданной наработки, параметры потока отказов наработки, наработки на отказ.-1 час
5. **Расчет показателей долговечности.-1 час**
6. **Мероприятия**, обеспечивающие надежность при проектировании. Оценка схемной надежности.- 1 час
7. Резервирование – нагруженный и ненагруженный резерв, скользящий резерв. Последовательность оценки схемной надежности.-1 час
8. Уточненные исследования причин отказов.-1 час
9. Основные причины отказов различных устройств – механических, гидравлических и пневматических, электрических, электронных и электротехнических; электрохимических.-1 час

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 частостей.
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. Ремонтопригодность 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.