Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Вишневский Дмитрий Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 30.04.2025 11:55:50
Уникальный программный ключ:
03474917c4d012283e5ad996a48a5e70bf8da057

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет горно-металлургической промышленности и строительства
Кафедра технологии и организации машиностроительного производства

УТВЕРЖДАЮ
И. о. проректора по учебной работе
_____ Д. В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечение долговечности и надёжности машин
(наименование дисциплины)

15.03.03 Прикладная механика
(код, наименование направления)

Проектно-конструкторское обеспечение машиностроительных производств
(профиль подготовки)

Квалификация бакалавр
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная, заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цели дисциплины. Целью изучения дисциплины является формирование у обучающегося компетенций в области оценки технического состояния технологических машин и производственного оборудования.

Задачи изучения дисциплины:

– рассмотреть основные показатели надежности и факторы, влияющие на изменение технического состояния технологических машин и производственного оборудования;

– раскрыть принципы оценки эксплуатационной надежности, способы повышения долговечности и надежности технологических машин и формы их реализации;

– показать особенности различных методов оценки надежности технологических машин и производственного оборудования;

– предоставить обучающимся возможности для формирования навыков работы со статистической информацией о надежности, навыков обработки и анализа результатов испытаний на надежность, умении формулировать инженерные рекомендации относительно повышения надежности технологических машин и производственного оборудования.

Дисциплина направлена на формирование профессиональных (ПК-4, ПК-7, ПК-11) компетенций выпускника.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины — курс входит в БЛОК 1 «Дисциплины (модули)», в часть блока 1, формируемую участниками образовательных отношений по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика (профиль подготовки «Проектно-конструкторское обеспечение машиностроительных производств»).

Дисциплина реализуется кафедрой технологии и организации машиностроительного производства. Основывается на базе дисциплин: «Математика», «Физика», «Химия», «Материаловедение», «Детали машин и основы конструирования (ДМ и ОК)», «Электротехника и электроника».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Исполнительные механизмы и кинематика станков», «Основы машиностроительных технологий», «Проектирование оснастки машиностроительного производства», «Проектирование технологических машин (ПТМ)».

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у студента для решения профессиональных задач деятельности, связанных с осуществлением производственно-технологической, инновационной и сервисно-эксплуатационной деятельности.

Курс является фундаментом для ориентации студентов в сфере обеспечения надёжности и долговечности технологического оборудования.

Общая трудоёмкость освоения дисциплины для студентов очной формы обучения составляет 3 зачётных единицы, 108 ак. ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 ак. ч.), лабораторные (18 ак. ч.) занятия и самостоятельная работа студента (54 ак.ч.). Дисциплина изучается на 3-м курсе в 5-м семестре. Форма промежуточной аттестации — зачёт.

Общая трудоёмкость освоения дисциплины для студентов заочной формы обучения составляет 3 зачётных единицы, 108 ак. ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (6 ак. ч.), лабораторные (4 ак. ч.) занятия и самостоятельная работа студента (98 ак. ч.). Дисциплина изучается на 3-м курсе в 6-м семестре. Форма промежуточной аттестации — зачёт.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Обеспечение долговечности и надежности машин» направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1 — Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способен участвовать в контроле технологических процессов изготовления машиностроительных изделий низкой[1] и средней[2] сложности в условиях автоматизированного производства	ПК-4	ПК-4.2. Знает правила эксплуатации средств технического оснащения, используемых при реализации технологических процессов автоматизированного изготовления машиностроительных изделий низкой и средней сложности
Способен участвовать во внедрении средств автоматизации и механизации технологических операций механосборочного производства	ПК-7	ПК-7.2. Знает правила выполнения монтажа средств автоматизации и механизации технологических и вспомогательных переходов; ПК-7.3. Знает виды контроля и испытаний средств автоматизации и механизации технологических и вспомогательных процессов; методы испытаний, правила и условия выполнения работ по наладке средств автоматизации и механизации технологических операций; ПК-7.7. Умеет контролировать правильность выполнения работ по монтажу, испытаниям, наладке средств автоматизации и механизации технологических и вспомогательных переходов
Способен осуществлять контроль за эксплуатацией средств автоматизации и механизации технологических процессов механосборочного производства	ПК-11	ПК-11.1. Знает состав и правила разработки эксплуатационной документации; ПК-11.5. Умеет контролировать правильность эксплуатации средств автоматизации и механизации технологических и вспомогательных переходов, качество выполнения операций их периодического (регламентного) обслуживания; ПК-11.6. Умеет формулировать предложения по повышению производительности, упрощению эксплуатации и ремонта, снижению стоимости средств автоматизации и механизации технологических и вспомогательных переходов

[1] К машиностроительным деталям низкой сложности относят детали из конструкционных углеродистых и низколегированных сталей, серых и высокопрочных чугунов, полимеров и композиционных материалов, обрабатываемых резанием, имеющих до 15 обрабатываемых поверхностей, в том числе с точностью не выше 12-го квалитета и шероховатостью не ниже Ra3,2 мкм.

[2] К машиностроительным деталям средней сложности относят детали из конструкционных, инструментальных, коррозионно-стойких сталей, чугунов, полимеров и композиционных материалов разных видов, цветных сплавов на основе меди и алюминия, обрабатываемых резанием, имеющих от 15 до 30 обрабатываемых поверхностей в том числе точностью не выше 8-го квалитета и шероховатостью не ниже Ra0,8 мкм.

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачётных единиц, 108 ак. ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к лабораторным работам, текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к экзамену.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 — Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего академических часов	Академические часы по семестрам
		5-й семестр
Аудиторная работа, в том числе:	**54**	**54**
Лекции (Л)	36	36
Практические занятия (ПЗ)	—	—
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Курсовая работа/курсовой проект	—	—
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	**54**	**54**
Подготовка к лекциям	9	9
Подготовка к лабораторным работам	18	18
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	—	—
Выполнение курсовой работы / проекта	—	—
Расчётно-графическая работа (РГР)	—	—
Реферат	—	—
Домашнее задание	—	—
Подготовка к контрольной работе	—	—
Подготовка к коллоквиуму	6	6
Аналитический информационный поиск	—	—
Работа в библиотеке	3	3
Подготовка к зачёту	18	18
Промежуточная аттестация — зачёт (З)	**З**	**З**
Общая трудоёмкость дисциплины		
ак.ч.	108	108
з.е.	3	3

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенных в п. 3, дисциплина разбита на 6 тем:

– тема 1. Основные понятия и термины надежности машин;

– тема 2. Методика оценки эксплуатационной надежности машин;

– тема 3. Физические основы надежности машин;

– тема 4. Определение оптимальной долговечности деталей и узлов;

– тема 5. Методы испытаний технологических машин;

– тема 6. Методы обеспечения надежности.

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы обучения приведены в таблицах 3 и 4 соответственно.

Таблица 3 — Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоёмкость в ак. ч.	Темы практических занятий	Трудоёмкость в ак. ч.	Темы лабораторных работ	Трудоёмкость в ак.ч.
1	Основные понятия и термины надежности машин	Основные понятия и положения теории вероятностей, используемые в теории надежности. Математическая статистика в теории надежности	2,0	—	—	Паспортизация токарно-винторезного станка	4,0
		Основные понятия надежности технологических машин. Современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих систем	2,0				
		Характеристика надежности, законы распределения и показатели надежности деталей машин	2,0				
		Отказы машин. Классификация отказов. Потоки отказов	2,0				
2	Методика оценки эксплуатационной надежности машин	Задачи, решаемые при оценке эксплуатационной надежности технологического оборудования	2,0	—	—	Определение показателей безотказности машин	2,0
		Законы распределения отказов. Установление законов распределения отказов	2,0				
		Оценка вероятности безотказной работы систем с последовательным и параллельным соединением элементов	2,0				
3	Физические основы надежности машин	Источники вредных воздействий на оборудование. Мероприятия по предупреждению нарушений технологических процессов	2,0	—	—	Изучение закономерностей износа деталей	2,0
		Основные виды изнашивания и типы фрикционных контактов. Показатели износа и методы его измерения	2,0				
		Основные закономерности изнашивания и факторы, влияющие на износ. Выбор основных и вспомогательных материалов при изготовлении деталей машиностроения	2,0				
		Деформации, излом, коррозия	2,0				
4	Определение оптимальной долговечности деталей и узлов	Определение предельного состояния деталей, сопряжений и механизмов. Определение остаточного ресурса технологических машин и производственного оборудования	2,0	—	—	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоёмкость в ак. ч.	Темы практических занятий	Трудоёмкость в ак. ч.	Темы лабораторных работ	Трудоёмкость в ак.ч.
		Моральный и физический износ, оптимальная долговечность. Прогнозирование потребности в запасных частях	2,0				
5	Методы испытаний технологических машин	Организация и методы испытаний технологических машин и производственного оборудования	2,0	—	—	Исследование точности токарно-винторезного станка	4,0
		Подготовка испытаний и отбор изделий. Методика сбора статистической информации о надежности деталей машин	2,0			Проверка кинематической точности цепи обката зубофрезерного станка модели 5К301	2,0
						Исследование точности позиционирования станка с системой ЧПУ без обратной связи	2,0
6	Методы обеспечения надежности	Обеспечение конструктивной надежности технологических машин и производственного оборудования	2,0	—	—	Моделирование процессов эксплуатации технических устройств	2,0
		Обеспечение надежности технологических машин и производственного оборудования на стадии изготовления	2,0				
		Эксплуатационная надежность технологических машин и производственного оборудования. Профилактические и ремонтные мероприятия. Применение прогрессивных методов эксплуатации					
		Всего аудиторных часов:	36	—			18

Таблица 4 — Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоёмкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоёмкость в ак.ч.	Темы лабораторных работ	Трудоёмкость в ак.ч.
1	Основные понятия и термины надежности машин	Основные понятия и положения теории вероятностей, используемые в теории надежности. Математическая статистика в теории надежности	2,0	—	—	—	—
2	Методика оценки эксплуатационной надежности машин	Законы распределения отказов. Установление законов распределения отказов	2,0			—	—
3	Физические основы надежности машин	Основные виды изнашивания и типы фрикционных контактов. Показатели износа и методы его измерения	2,0			—	—
5	Методы испытаний технологических машин	—	—			Проверка кинематической точности цепи обката зубофрезерного станка модели 5К301	2,0
6	Методы обеспечения надежности	—	—			Моделирование процессов эксплуатации технических устройств	2,0
		Всего аудиторных часов:	6	—			4

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень работ по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 — Перечень работ по дисциплине и способы оценивания знаний

Вид учебной работы	Способ оценивания	Количество баллов
Выполнение лабораторных работ	Защита отчётов по лабораторным работам	36–60
Сдача коллоквиумов 1 и 2	Тестирование или устный опрос	24–40
	ИТОГО:	60–100

Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального количества баллов.

Зачёт по дисциплине «Обеспечение долговечности и надежности машин» проводится по результатам работы студента в семестре. Если студент набрал в течение семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку, зачёт проставляется автоматически. В случае если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, на 18-й неделе семестра студент имеет право повысить итоговую оценку, либо на устном собеседовании по нижеприведенным вопросам (п. 6.4), либо по результатам тестирования.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 — Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт
0—59	не зачтено
60—73	зачтено
74—89	зачтено
90—100	зачтено

6.2 Лабораторные работы

При изучении дисциплины предусмотрено выполнение семи лабораторных работ.

Лабораторная работа Паспортизация токарно-винторезного станка.

Цель работы: изучение конструкции токарно-винторезного станка, ознакомление с содержанием сокращённого паспорта станка, освоение практических приёмов определения различных технических характеристик станка.

Содержание отчёта: 1) тема и цель работы; 2) заполненный бланк сокращённого паспорта станка.

Примерные вопросы для защиты лабораторной работы:

1) С какой целью проводится паспортизация металлорежущего оборудования?

2) Назовите основные технические параметры токарно-винторезного станка.

3) Охарактеризуйте назначение токарно-винторезного станка.

4) Благодаря какой особенности конструкции токарно-винторезный станок позволяет нарезать резьбу резцом?

5) Перечислите основные узлы токарно-винторезного станка. Как они взаимосвязаны между собой?

6) Какой параметр токарно-винторезного станка определяет максимальный диаметр обработки на станке?

7) Что обозначают цифры и буквы в обозначении модели станка?

8) Каков класс точности станка?

9) Какие работы можно выполнять на станке?

10) Каким образом и с помощью каких устройств осуществляется установка заготовки на станке?

11) Какие инструменты могут быть установлены на станке и каким образом?

12) Перечислите основные правила техники безопасности, которые необходимо соблюдать при работе на токарно-винторезном станке.

13) Каким образом в станке реализуется движение резания?

14) Каким образом в станке реализуются движения подачи?

15) Каким образом в станке реализуются вспомогательные движения?

16) Сколько частот вращения может иметь шпиндель станка? Как осуществляется переключение частот вращения шпинделя?

17) Каким образом в станке осуществляются ускоренные перемещения суппорта?

18) Как на станке устанавливается глубина резания при продольном точении? Чему равна цена деления лимба поперечной подачи?

19) Перечислите органы управления станком.

20) При включении каких движений в станке реализуется принцип мнемоничности?

21) Какие типы резьб можно нарезать на станке?

22) Перечислите способы обработки конусов на станке.

23) Каким образом на станке можно реализовать сверление при ручной и при механической подаче?

24) Как определить расчётный кпд привода главного движения станка?

25) Какое соотношение между вращением шпинделя и перемещением суппорта должно соблюдаться при нарезании резьбы?

26) Как на станке нарезают резьбу с увеличенным шагом?

27) Как на станке нарезать резьбу повышенной точности?

28) Пользуясь графиком частот вращения шпинделя и кинематической схемой привода главного движения станка, поясните преимущество сложенной кинематической структуры коробки скоростей.

29) Пользуясь кинематической схемой привода главного движения станка, поясните, как происходит включение прямого и обратного вращения шпинделя.

Лабораторная работа Определение показателей безотказности машин.

Цель работы: Освоить методику определения показателей безопасности на основании статистического материала.

Содержание отчета: 1) тема и цель работы; 2) исходные данные к выполнению работы; 3) результаты выполнения работы; 4) анализ результатов и выводы.

Примерные вопросы для защиты лабораторной работы:

1) В каком случае используется метод сумм при определении показателей надежности?

2) От каких факторов зависит величина наработки на отказ технологической машины?

3) Перечислите основные показатели безотказности машин.

Лабораторная работа Изучение закономерностей износа деталей

Цель работы: изучение износа деталей с помощью микрометража для определения показателей надежности.

Содержание отчета: 1) тема и цель работы; 2) результаты выполнения работы; 3) выводы.

Примерные вопросы для защиты лабораторной работы:

1) С какой целью проводится микрометраж деталей технологических машин и производственного оборудования в испытаниях на надежность?

2) Какие факторы влияют на выбор теоретического закона распределения случайной величины?

3) Что собой представляет гистограмма распределения случайной величины?

4) В чем отличие графика функции $f(h)$ для двух рассмотренных в лабораторной работе теоретических законов распределения?

5) Какова минимальная величина вероятности совпадения опытных и теоретических данных согласно критерию Пирсона χ^2?

Лабораторная работа Исследование точности токарно-винторезного

станка.

Цель работы: ознакомление с методикой оценки геометрической и кинематической точности металлорежущих станков, приобретение практических навыков определения фактических отклонений параметров, характеризующих геометрическую точность станка и анализа их влияния на точность обработки.

Содержание отчёта: 1) тема и цель работы; 2) заполненная таблица проверки геометрической и кинематической точности токарно-винторезного станка; 3) выводы по работе.

Примерные вопросы для защиты отчёта по лабораторной работе:

1) Какие существуют виды проверок технического состояния металлорежущего станка?

2) Как различается точность станков и как она указывается в обозначении станка?

3) Как устанавливаются нормы геометрической точности станка?

4) Как изменяются числовые значения параметров точности в зависимости от класса точности станков?

5) На каком допущении строятся нормы точности металлорежущих станков?

6) Даёт ли проверка на точность металлорежущего станка гарантию точности обработки деталей?

7) Кто и когда осуществляет проверку на точность станков?

8) С помощью каких технических средств осуществляется проверка на точность?

9) Каким образом необходимо устанавливать средства измерения при проверке станка на точность?

10) Какие требования предъявляются к техническим средствам и контролируемым поверхностям и как снимаются показатели?

12) На что влияют погрешности исполнительных поверхностей станка?

13) В чём причины геометрической неточности станков?

14) Погрешности каких поверхностей станка определяют геометрическую точность станка?

15) Какие поверхности токарно-винторезного станка относятся к исполнительным поверхностям?

16) Какие погрешности исполнительных поверхностей определяют геометрическую точность токарно-винторезного станка?

17) В чём заключается проверка токарно-винторезного станка та точность? Какие выводы следует по результатам проверки?

18) На какой параметр точности обрабатываемой детали влияет осевое биение шпинделя?

19) Укажите причины радиального биения центрирующей поверхности шпинделя?

20) В каких случаях проверяют кинематическую точность станка?

21) Какую погрешность геометрической формы следует ожидать вследствие несовпадения осей шпинделя и задней бабки (при установке обрабатываемой детали в центрах)?

22) Как измеряют износ направляющих станины? С какой целью проводятся эти измерения?

23) Почему при проверке прямолинейности продольного перемещения суппорта в горизонтальной плоскости суппорт должен отклоняться только к оси центров?

24) Почему погрешность расположения отверстия оси пиноли задней бабки допускается только выше оси шпинделя?

25) Почему проверки параллельности оси шпинделя передней бабки направлению продольного перемещения суппорта и параллельность направления перемещению салазок суппорта оси шпинделя выполняются в двух координатных плоскостях, а проверка расположения осей отверстий шпинделя передней бабки и пиноли — только в одной?

26) Почему отклонения от параллельности оси шпинделя в направлении продольного перемещения суппорта допускается только вверх и в сторону суппорта?

27) На какой параметр точности обработки детали влияет параллельность перемещения пиноли задней бабки в направлении продольного перемещения суппорта?

Лабораторная работа Проверка кинематической точности цепи обката зубофрезерного станка модели 5К301.

Цель работы: ознакомление с методами проверки на точность кинематических цепей и методом оценки погрешностей её измерения.

Содержание отчёта: 1) тема и цель работы; 2) схема измерения; 3) значение накопленной погрешности $\Delta\varphi$ поворота стола; 4) график изменения кинематической погрешности $\Delta\varphi$ в зависимости от угла поворота стола: $\Delta\varphi = f(\varphi_{ст})$; 5) расчёт общей погрешности измерения $\delta\varphi$; 6) расчёт относительной погрешности измерения $|\delta\varphi|$; 7) выводы о результатах выполненной работы.

Примерные вопросы для защиты отчёта по лабораторной работе:

1) На какую норму точности зубчатых колёс влияет рассмотренная в работе погрешность? Каким образом эта норма точности зубчатых колёс указывается на чертеже?

2) Охарактеризуйте область применения зубчатых колёс исходя из степени точности рассматриваемой нормы точности зубчатых колёс.

3) Какая существует связь между вращением стола с заготовкой и вращением червячной фрезы?

4) В чём заключается цель лабораторной работы?

5) Укажите на кинематической схеме исследуемого станка цепь обката.

6) Какова последовательность выполнения работы?

7) Что можно определить по графику изменения кинематической точности?

8) Каким методом выполняется нарезание зубчатых колёс на зубофрезерном станке?

9) На какие эксплуатационные требования влияет кинематическая точность зубчатых колёс?

10) Какие приборы используются для измерения погрешности поворота стола?

11) Что отображает график изменения кинематической погрешности в зависимости от угла поворота стола?

12) От чего зависит общая погрешность $\delta\varphi$ измерений?

13) Какие методы проверки кинематической точности цепи обката вам известны?

14) Назовите основные составляющие погрешности цепи обката?

15) Какие параметры характеризуют кинематическую точность зубчатых колёс?

16) Что представляет собой тангенциальная составляющая кинематической погрешности?

17) Что представляет собой радиальная составляющая кинематической погрешности?

18) В чём заключаются основные недостатки принятого в работе метода проверки точности цепи обката?

19) Укажите основные составляющие погрешности измерения величины поворота стола.

Лабораторная работа Исследование точности позиционирования станка с системой ЧПУ без обратной связи.

Цель работы: исследовать точность работы станка с контурной системой ЧПУ без обратной связи.

Содержание отчета: 1) тема и цель работы; 2) схемы выполненных проверок; 3) расчёты и выводы по результатам измерений и расчётов.

Примерные вопросы для защиты отчета по лабораторной работе:

1) Какие показатели характеризуют точность работы станка, оснащенного контурной системой ЧПУ без обратной связи?

2) Какие составляющие входят в погрешность позиционирования?

3) Как можно компенсировать погрешность позиционирования?

4) Какой показатель характеризует нестабильность позиционирования?

5) Чем определяется зона нечувствительности?

6) Как можно уменьшить зону нечувствительности?

7) Какова последовательность определения погрешности позиционирования?

8) Какова последовательность определения зоны нечувствительности?

9) Запишите формулу для определения величины текущей накопленной погрешности позиционирования при одностороннем подходе.

10) Запишите формулу для определения величины текущей накопленной погрешности при двустороннем позиционировании.

Лабораторная работа. Моделирование процессов эксплуатации технических устройств.

Цель работы: освоить математическое моделирование процесса эксплуатации технического устройства

Содержание отчета: 1) тема и цель работы; 2) исходные данные к выполнению работы; 3) результаты выполнения работы, их анализ и выводы.

Примерные вопросы для защиты лабораторной работы:

1) В чем отличие математического моделирования процесса эксплуатации технических объектов от экспериментальных исследований?

2) Чем отличаются графики рассмотренных в работе теоретических законов распределения случайной величины?

3) Какие показатели надежности изучались в лабораторной работе?

4) Поясните физический смысл рассмотренных в работе показателей надежности технического объекта.

6.3 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Тема 1 Основные понятия и термины надежности машин

1) Каковы причины появления проблемы надежности в технике?

2) Какие закономерности изучает теория надежности?

3) Как происходило становление и развитие теории надежности?

4) Дайте определение понятию «надежность».

5) Какие составляющие включает понятие надежности машин?

6) Что понимается под безотказностью и долговечностью машины?

7) В чем заключается свойство ремонтопригодности машины?

8) Поясните смысл понятий «исправность» и «работоспособность».

9) В чем заключается различие между отказом машины и дефектом машины?

10) Чем характеризуется предельное состояние объекта?

11) Поясните понятие «наработка».

12) Что такое ресурс и срок службы?

13) Расскажите о математической модели функционирования технического объекта.

14) По каким признакам классифицируют отказы объектов?

15) В чем заключается различие между внезапным и постепенным отказом?

16) Перечислите единичные показатели безотказности объектов.

17) Дайте определение вероятности безотказной работы объекта.

18) Перечислите критерии долговечности.

19) Что такое интенсивность отказов и интенсивность восстановления?

20) В чем отличие наработки объекта до отказа от наработки на отказ?

21) Поясните сущность критерия «параметр потока отказов».

22) В чем заключается различие между единичными и комплексными показателями надежности объектов?

23) Какие критерии характеризуют готовность объектов к изменению?

24) Какими показателями оценивают время использования объекта по назначению?

25) Что такое эффективность? Как оценивается эффективность при эксплуатации объектов?

Тема 2 Методика оценки эксплуатационной надежности машин

1) Как классифицируют факторы, влияющие на надежность технологических машин и производственного оборудования, по области действия?

2) Какие конструктивные факторы определяют надежность технологических машин и производственного оборудования?

3) Какие технологические фактор производства обеспечивают надежность технологических машин и производственного оборудования?

4) Какие эксплуатационные факторы влияют на надежность технологических машин и производственного оборудования?

5) По каким признакам классифицируют методы расчёта систем?

Тема 3 Физические основы надежности машин

1) Какие причины привели к появлению направления «физика отказов»?

2) Почему в процессе эксплуатации технологических машин и производственного оборудования происходит изменение их начальных параметров?

3) Как формируется постепенный отказ объекта?

4) Изобразите линейную модель процесса изменения параметра объекта во времени.

5) Объясните зависимость вероятности безотказной работы и срока службы объекта от значений разброса параметров объекта и скорости протекания процесса потери работоспособности.

6) Как строится модель надежности «параметр – поле допуска» с использованием одномерных характеристик случайных процессов потери работоспособности объектов?

7) Какие возможны сочетания выходных параметров элемента и границ поля допуска в моделях процессов развития отказов технологических машин и промышленного оборудования?

Тема 4 Определение оптимальной долговечности деталей и узлов

1) Раскройте связь проблемы оценки и прогнозирования долговечности с особенностями оборудования сложных систем.

2) Охарактеризуйте основные принципы, положенные в основу оценки и прогнозирования долговечности системы.

3) Что понимается под принципом продления назначенного ресурса объекта?

4) Какие методы оценки и прогнозирования ресурса оборудования сложных систем существуют?

5) Какие неопределенности связаны с малым объемом информации при оценке долговечности объектов?

6) Поясните, что понимается под «индивидуальным прогнозированием остаточного ресурса объекта»?

7) Каким образом осуществляется выбор прогнозирующей функции объекта?

8) Дайте определение понятий «интервал предыстории» и «интервал упреждения».

9) В чем особенность оборудования сложных систем как объектов прогнозирования долговечности?

10) Какие этапы включает процесс прогнозирования долговечности технологической машины по эксплуатационным данным?

11) Каковы критерии выбора прогнозируемых параметров технологических маши при оценке долговечности?

12) В какой последовательности выполняются работы при выборе прогнозирующих параметров оборудования сложных систем?

13) Какой математический аппарат используется для индивидуального прогнозирования долговечности оборудования сложных систем?

14) Какие экстраполяционные методы прогнозирования объектов существуют? В чем они заключаются?

Тема 5 Методы испытания машин

1) По каким признакам классифицируют испытания машин на надежность?

2) Какие задачи ставятся перед определительными испытаниями на надежность?

3) Что такое «план испытаний»?

4) Каковы цели контрольных испытаний на надежность?

5) Поясните, что понимается под испытаниями, основанными на плане допустимых отказов, равном нулю?

6) Объясните процедуру проведения испытаний на надежность с использованием последовательного анализа.

7) В чем заключается необходимость испытания объектов на надежность при одновременном воздействии на них эксплуатационных факторов?

8) Как осуществляется постановка задачи многофакторных испытаний объектов на надежность?

9) Запишите аналитические выражения для регрессии в векторной и скалярной форме.

10) Что понимается под терминами «функция отклика» и «параметр оптимизации»?

11) В чем причины повышенного внимания к планированию фактора времени при многофакторных испытаниях на надежность?

Тема 6 Методы обеспечения надежности

1) По каким признакам классифицируют методы повышения надежности технологических машин и промышленного оборудования?

2) Какие схемные методы повышения надежности существуют?

3) Какие конструктивные методы повышения надежности технологических машин существуют?

4) С помощью каких методов повышают надежность на этапе изготовления технологических машин?

5) С помощью каких методов повышается качество технологических машин при их эксплуатации?

6) Поясните, возможно ли повышение надежности на этапе эксплуатации, если надежность технологических машин закладывается при проектировании и конструировании, а реализуется при их производстве?

7) Все ли виды резервирования одинаково влекут за собой повышение надежности технологических машин?

8) Как количественно оценивается выигрыш надежности при резервировании?

9) Возможно ли, чтобы надежность у нерезервированной системы была выше, чем у резервированной? Если да, то при каких условиях?

10) В каких интервалах жизненного цикла объектов выгоднее резервировать систему?

11) Всегда ли увеличение массы системы при резервировании ведет к пропорциональному повышению надежности?

12) Что такое отбраковка или «выжигание» малонадежных элементов в системе?

13) Происходит ли повышение надежности технологических машин и производственного оборудования при снижении нагрузки, действующей на них?

14) Если доказано, что в системе имеет место экспоненциальное распределение наработки до отказа, то эквивалентно ли сокращение времени непрерывной работы системы уменьшению интенсивности отказов?

15) Как влияет уменьшение времени восстановления объекта при отказе на готовность системы?

16) Какие мероприятия ведут к улучшению восстанавливаемости тех-

нологических машин и производственного оборудования?

17) Дайте определение понятиям «техническое обслуживание» и «планово-предупредительный ремонт».

18) Какой вид приобретает кривая вероятности безотказной работы восстанавливаемой системы?

19) Какие факторы влияют на выбор длительности промежутка времени между циклами профилактических работ?

20) Что такое организация эксплуатации технологических машин по состоянию?

21) Как связаны между собой время восстановления системы и наличие запасных элементов?

22) В чем заключается задача расчета количественного состава ЗИПа (запасные части, инструмент, принадлежности)?

23) Что такое «гарантийная вероятность» при расчете числа запасных элементов системы?

24) Запишите аналитические соотношения для расчета числа запасных элементов системы.

25) Что понимается под терминами «индивидуальный и групповой ЗИП»?

26) Какие соображения принимаются во внимание при оценке оптимального состава ЗИП?

6.4 Вопросы для подготовки к зачёту (тестовому коллоквиуму)

1) Чем отличается работоспособное состояние изделия от исправного его состояния?

2) Что такое отказ? Какие бывают причины отказов?

3) Чем характеризуются безотказность, долговечность и сохраняемость изделий?

4) Какие существуют основные показатели надежности?

5) Какими характеристиками определяются случайные величины?

6) Как оцениваются параметры надежности?

7) Какие существуют периоды работы технических устройств?

8) Как определяется и чем характеризуется надежность в период нормальной эксплуатации?

9) Как рассчитывается надежность в период постепенных («износовых») отказов?

10) Каковы особенности надежности восстанавливаемых изделий?

11) Что такое «наработка до отказа» и в каких единицах она измеряется?

12) Какими показателями определяется надежность неремонтируемых объектов?

13) Приведите примеры графиков функций надежности и ненадежности.

14) Какими свойствами обладает функция надежности?

15) Поясните понятие «плотность распределения наработки до отказа».

16) Приведите график интенсивности отказов и отметьте характерные участки на нем.

17) Что характеризует вероятность безотказной работы?

18) В чем отличие полного и параметрического отказов?

19) Изобразите графики $f(t)$ и $\lambda(t)$ для экспоненциального и показательного распределений.

20) Изобразите графики $f(t)$ и $\lambda(t)$ для гамма- и треугольного распределения.

21) Какие существуют показатели надежности ремонтируемых объектов, невосстанавливаемых в процессе применения?

22) Как определяется наработка на отказ?

23) Что такое технологический ресурс изделия?

24) Чем отличается суммарная наработка от технического ресурса изделия?

25) Какие показатели характеризуют надежность ремонтируемых объектов, восстанавливаемых в процессе применения?

26) Что характеризует параметр потока восстановлений?

27) Что такое функция готовности? Как выглядит график функции готовности?

28) Что характеризуют интервальные, мгновенные и числовые показатели надежности технологических машин и производственного оборудования?

29) Что обозначает термин «ремонтопригодность» технологических машин и производственного оборудования?

30) Что характеризует коэффициент готовности устройства?

31) Какие существуют методы испытаний изделий на надежность?

32) Как проводится статистическая обработка опытных данных при испытаниях?

33) В чем отличие с позиции надежности последовательные, параллельные и комбинированные системы?

34) Как рассчитывают надежности систем из последовательно и параллельно соединенных элементов?

35) Как определяют надежность последовательной системы при нормальной распределении нагрузки по системам?

36) Какова схема системы, построенной в виде цепи? Как оценивается ее надежность?

37) Что представляет собой система с резервированием? Какие преимущества имеют системы с резервированием?

38) Какие существуют виды резервирования? Чем они отличаются?

39) Как определяют надежность систем с постоянным резервированием?

40) Как рассчитывают надежность систем при резервировании замещением?

41) Какие существуют методы резервирования замещением?

42) Как рассчитывают надежность сложных комбинированных систем?

43) Какие мероприятия по обеспечению надежности проводятся на этапе составления технических заданий на проектирование изделий?

44) Как осуществляется выбор и обоснование принципов технического обслуживания?

45) Какие существуют принципы выбора показателей надежности?

46) Как влияет назначение объекта на выбор нормируемых показателей его надежности?

47) Как учитываются технические характеристики проектируемых объектов при назначении норм их надежности?

48) Как проводится корректировка норм надежности с учетом технического прогресса?

49) Какие существуют методы пересчета показателей надежности, учитывающие изменение работы объекта?

50) Как производится уточнение норм надежности и выбор мероприятий по ее повышению?

51) Как проводится распределение норм надежности системы по ее элементам?

52) Как ведется расчет надежности систем по последовательно-параллельным логическим схемам?

53) Как выбираются значения показателей надежности элементов?

54) Когда применяется коэффициентный способ расчёта надежности систем?

55) Как ведется расчёт надежности систем с не одновременно работающими элементами?

56) Как учитывается цикличность работы аппаратуры при расчете надежности?

57) Как применяется формула полной вероятности при расчете надежности систем?

58) В каких случаях и как осуществляется переход от логической схемы к графу состояний системы?

59) При каких условиях используется логико-вероятностный расчет надежности систем?

60) В чем состоит специфика оценки надежности по результатам испытаний?

61) Как можно сократить объем испытаний для подтверждения заданных показателей надежности?

62) Какова цель определительных испытаний?

63) Чем отличаются определительные испытания восстанавливаемых и невосстанавливаемых изделий?

64) Каковы преимущества проведения форсированных испытаний?

65) Какими способами можно сократить число образцов для проведения испытаний?

66) Как производится расчётно-экспериментальная оценка надежности по критериям работоспособности?

67) Как оценивается вероятность отсутствия отказов отдельных видов?

68) Какова цель контрольных испытаний?

69) Как составляется план проведения испытаний, обеспечивающих простоту и экономичность испытаний?

70) Каковы общие принципы обеспечения надежности изделий при конструировании?

71) Какое значение имеют работы по обеспечению надежности на этапе конструирования изделий?

72) Какие работы по обеспечению надежности изделий проводятся разработчиками на этапе конструирования?

73) Что входит в комплект конструкторской документации? Какова роль службы надежности при ее разработке?

74) Как требования к надежности изделий влияют на процесс их конструирования?

75) Каковы практические методы конструирования надежных систем различных типов: радиоэлектронных, механических, гидравлических, пневматических?

76) Какие существуют методы конструирования, обеспечивающие получение высокой надежности изделий?

77) Как производится анализ надежности конструкций?

78) Какие функции выполняет служба надежности в процессе конструирования технологических машин и производственного оборудования?

79) Какие показатели качества и надежности применяются для автоматических линий (АЛ)?

80) Какие показатели качества и надежности применяются для гибких производственных систем (ГПС)? В чем стоят их основные отличия от аналогичных показателей для автоматических линий?

81) Какие показатели надежности технологического оборудования можно улучшить путем применения методов технической диагностики?

82) Какие задачи динамических методов контроля возникают пи создании АЛ и ГПС? Как они влияют на показатели надежности?

83) В чем состоит специфика надежности станков и по каким основным критериям она оценивается?

84) Какими факторами определяется точностная (параметрическая) надежность станков?

85) Какова специфика надежности промышленных роботов (ПР)?

86) Какими основными показателями характеризуется надежность ПР?

87) Какими способами обеспечивается надежность станков и ПР?

88) Как проводятся испытания технологического оборудования на надежность?

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Павловская, О. О. Основы прикладной теории надежности : учебное пособие / О. О. Павловская. — Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2020. — 97 с. — https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44704628 (дата обращения : 01.06.2024). — Режим доступа : после регистрации.

2. Бестужева, А. Н. Основы теории надежности : [электронное учебно-методическое пособие] / А. Н. Бестужева, Н. В. Грибкова, Р. С. Кударов. — ФГБОУ ВО ПГУПС, 2024. — 78 с. — https://www.elibrary.ru/item.asp?id=75175130 (дата обращения : 01.06.2024). — Режим доступа : после регистрации.

3. Надежность технологических машин и оборудования : Учебное пособие / С. Л. Иванов, П. В. Иванова, С. Ю. Кувшинкин, А. В. Михайлов, Д. А. Шибанов. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский горный университет, 2023. — 92 с. — https://www.elibrary.ru/item.asp?id=67187529 (дата обращения : 01.06.2024). — Режим доступа : после регистрации.

Дополнительная литература

4. Журавлев, С. Ю. Основы надежности машин : учебное пособие / С. Ю. Журавлев ; Красноярский гос. аграрн. ун-т. — Красноярск : [б.и.] 2021. — 251 с. — http://www.kgau.ru/new/student/43/content/107.pdf (дата обращения : 01.07.2024). — Режим доступа : свободный.

5. Наумов, В. А. Основы надежности и долговечности в машиностроении : учебное пособие для студентов вузов / В. А. Наумов. — Омск : Омская правда, 1972. — 332 с. : ил. (11 экз.).

Учебно-методическое обеспечение

6. Солтус, Н. В. Составление паспорта станка : методические указания к практическому занятию / Н. В. Солтус. — Оренбург : Изд-во ГОУ ОГУ, 2009. — 52 с. — https://drive.google.com/file/d/0B8vKh6IcDWkLbU0xR1ZkTmFsNUk/view?resourcekey=0-DT7gEDt_MOnGqgKkx5pAag — (дата обращения : 04.07.2024). — Режим доступа : свободный.

7. Шахаев, Ж. А. Металлорежущие станки и инструмент. Методические указания к лабораторной работе «Проверка на точность и паспортизация токарно-винторезного станка» / Ж. А. Шахаев. — Оренбург : Изд-во ГОУ ОГУ, 2004. — 33 с. — https://dl.booksee.org/genesis/380000/c9c01280468791251266cabb6418df10/_as/[

SHahaev_ZH.A.]_Metallorezhushie_stanki_i_instrume(BookSee.org).pdf — (дата обращения : 04.07.2024). — Режим доступа : свободный.

8. Тойгамбаев, С. К. Обработка результатов информации по надежности транспортных и технологических машин методом математической статистики : методические рекомендации / С. К. Тойгамбаев, А. С. Апатенко ; РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева. — Москва : ООО «Мегаполис», 2020. — 25 с. — https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42608284 (дата обращения : 01.07.2024). — Режим доступа : после регистрации.

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донбасский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ДонГТУ») : официальный сайт. — URL : http://library.dstu.education. — Текст : электронный.

2. Научно-техническая библиотека Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL : https://ntb.bstu.ru/jirbis2. — Текст : электронный.

3. Национальная электронная библиотека — https://viewer.rsl.ru (дата обращения: 02.04.2024). — Режим доступа : для зарегистрированных пользователей.

4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU — https://elibrary.ru (дата обращения: 02.04.2024). — Режим доступа : для зарегистрированных пользователей.

5. Росстандарт. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. — https://www.rst.gov.ru/portal/gost (дата обращения: 02.04.2024). — Режим доступа : свободный.

6. Библиотека нормативной документации. — https://files.stroyinf.ru (дата обращения: 02.04.2024). — Режим доступа : свободный.

7. Рубикон ООО. Иллюстрированные каталоги, справочники, базы данных по металлорежущим станкам и кузнечно-прессовому оборудованию — http://stanki-katalog.ru (дата обращения: 02.04.2024). — Режим доступа : свободный.

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 9.

Таблица 9 — Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудования учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Специальные помещения: *Предметная аудитория (22 посадочных места)*, оборудованная специализированной (учебной) мебелью (парта — 11 шт., стол преподавателя — 2 шт., доска аудиторная — 1 шт.).	ауд. *303* корп. *третий*
Предметная аудитория (25 посадочных места), оборудованная специализированной (учебной) мебелью (парта — 10 шт., стол преподавателя — 2 шт., доска аудиторная — 1 шт.).	ауд. *303* корп. *четвёртый*
Аудитория для проведения лабораторных работ: *Учебные мастерские (30 рабочих мест)* Оборудование: – станок токарно-винторезный мод. 1В625 (2 шт.); – зубофрезреный полуавтомат 5К301; – станок вертикально-фрезерный бесконсольный с ЧПУ 6520Ф3 (модернизированный). Комплекты вспомогательного инструмента; комплекты сменных зубчатых колес, станочные приспособления, комплекты режущего инструмента; измерительный инструмент и средства измерения; заготовки.	ауд. *102* корп. *третий*

Лист согласования РПД

Разработал
старший преподаватель кафедры
технологии и организации
машиностроительного производства _____ _____ С. Ю. Стародубов
(должность) (подпись) (Ф.И.О)

Заведующий кафедрой
технологии и организации
машиностроительного производства _____ А. М. Зинченко
(подпись) (Ф.И.О)

Протокол № 1 заседания кафедры технологии и организации машиностроительного производства от 28.08 2024 г.

И. о. декана факультета
горно-металлургической
промышленности и строительства _____ О. В. Князьков
(подпись) (Ф.И.О)

Согласовано

Председатель методической комиссии по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика («Проектно-конструкторское обеспечение машиностроительных производств») _____ А. М. Зинченко
(подпись) (Ф.И.О)

Начальник учебно-методического центра _____ О. А. Коваленко
(подпись) (Ф.И.О)

Лист изменений и дополнений

<table>
<tr><td colspan="2">Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений</td></tr>
<tr><td>ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:</td><td>ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Основание:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Подпись лица, ответственного за внесение изменений</td></tr>
</table>