

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор института

С.С.Латышев
« 28 » апреля 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

Надежность механических систем

Специальность:

15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

Специализация:

Проектирование технологических комплексов
механосборочных производств

Квалификация

инженер

Форма обучения

Очная

Институт: Технологического оборудования и машиностроения

Выпускающая кафедра: Технологии машиностроения

Белгород – 2022

Рабочая программа составлена на основании требований:


▪ Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов», утвержденное приказом Министерства образования и науки РФ от 09 августа 2021 г. № 732

▪ плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2022 году.

Составитель: д.т.н., профессор  (Ю.А.Бондаренко)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

«22» апреля 2022 г. прот. № 9

Заведующий кафедрой: д-р. техн. наук, доцент  (Т.А. Дююн)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«28» апреля 2022 г. прот. № 8

Председатель  (Горшков П.С.)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-9. Способен подготавливать технические задания на разработку проектных решений, принимать участие в работах по расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций: разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты с использованием средств автоматизации проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий, участвовать в рассмотрении различной технической документации, подготавливать необходимые обзоры, отзывы, заключения	ОПК-9.1. принимает участие в работах по расчету надежности машин, систем	Знать: научный аппарат надежности. Вероятностные законы, используемые в надежности систем. Причины потери системной работоспособности. Надежность восстанавливаемых и невостанавливаемых элементов и систем. Резервирование и дублирование объектов. Структурные схемы систем. Методы сбора и обработки информации по надежности. Уметь: пользоваться научным аппаратом надежности; обрабатывать экспериментальный материал; проверять гипотезы о законе распределения. Владеть: навыками применения критериев Пирсона, Колмогорова, знаков, Андерсона; методами построения структурных схем надежности (RBD);
		ОПК-9. 2. Проводит оценку основных показателей надежности машин, систем; оценку брака и анализа причин его возникновения.	Знать: основные средства контроля показателей надежности машин, систем Уметь: выбирать средства контроля Владеть: навыками выбора средств контроля показателей надежности машин и определения брака
Профессиональные компетенции	ПК-4. Способность выбирать технологическое оборудование для выполнения операций технологических процессов механосборочных производств. (проектно-конструкторский)	ПК-4.5. Рассчитывает показатели надежности и эффективности использования технологического оборудования при реализации технологических процессов механосборочных производств	Знать: научный аппарат надежности оборудования при реализации технологических процессов Уметь: пользоваться научным аппаратом надежности оборудования при реализации технологических процессов Владеть: навыками определения надежности механических систем оборудования при реализации технологических процессов

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

2.1. Компетенция ОПК-9

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Технические основы создания машин
2	Гидропривод и гидропневмоавтоматика
3	Метрология, стандартизация и сертификация

4	Технологическое оборудование машиностроительных производств
5	Материаловедение
6	Цифровое проектирование
7	Системы управления жизненным циклом изделия
8	Детали машин и основы проектирования
9	Теория механизмов и машин
10	Технология конструкционных материалов
11	Электрические машины и электропривод
12	Электротехника и электроника

2.2. Компетенция ПК-4

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Технические основы создания машин
2	Надежность механических систем
3	Проектирование технологической оснастки

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единиц, 216 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 9
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	216
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	90	90
лекции	34	34
лабораторные		
практические	51	51
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации		
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	126	126
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	108	108
Экзамен	экзамен	экзамен

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 5 Семестр 9

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час
-------	---	---

		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1. Основные понятия и определения. Понятие о надежности					
	Основные понятия и определения. Изделие, механическая система, объект. Техническое состояние объекта: исправное, работоспособное и т.д. Дефект, неисправность, отказ, ресурс, наработка. Определение надежности. Основные свойства надежности. Единичные и комплексные показатели надежности. Факторы, влияющие на надежность, как основного показателя качества изделия.	4			15
2. Научный аппарат надежности. Вероятностные законы, используемые в надежности систем.					
	Интегральная и дифференциальная функции распределения. Математическое ожидание, дисперсия, коэффициент вариации. Нормальное распределение. Логарифмически нормальное распределение. Экспоненциальное распределение. Распределение Вейбулла.	6	15		18
3. Причины потери механической системой работоспособности					
	Классификация механических систем по безотказности и долговечности. Источники и причины изменения начальных параметров системы. Классификация процессов, действующих на систему. Классификация отказов: постепенные и внезапные, допустимые и недопустимые и т.д.	4	10		15
4. Надежность восстанавливаемых и невосстанавливаемых элементов и систем					
	Восстанавливаемый и невосстанавливаемый объекты. Ремонтируемый и неремонтируемый объекты. Показатели надежности восстанавливаемых систем. Взаимосвязь между показателями надежности. Показатели надежности восстанавливаемых систем.	4	11		15
5. Резервирование и дублирование объектов. Структурные схемы систем					
	Понятия: резервирование и дублирование. Обеспечение безотказности работы объекта в целом. Резервирование, классификация. Виды соединения элементов в структурных схемах надёжности. Методы построения структурных схем надёжности (RBD). Вероятность безотказной работы систем с различными структурными схемами.	6			15
6. Методы сбора и обработки информации по надежности					
	Статистический аппарат оценки надежности. Качество материала. Обработка экспериментального материала. Проверка гипотезы о законе распределения. Критерии Пирсона, Колмогорова. Определение числа объектов наблюдения. Анализ однородности результатов наблюдений. Критерий знаков, критерий Андерсона.	6	15		15
7. Методы испытаний на надежность. Планы испытаний и достоверность оценок показателей надежности.					
	Виды и планы испытаний на надежность. Объект испытаний на надежность. Методы физического моделирования.	4			15
	ВСЕГО	34	51		108

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр №7				
1	Методы сбора и обработки информации по надежности	Проверка однородности результатов наблюдений по критерию χ^2 . Статистическая оценка показателей надежности	6	6
2	Причины потери механической системой работоспособности	Определение оптимального ресурса и периодичности обслуживания сборочных единиц с сопрягаемыми поверхностями при	6	6

		простом процессе восстановления		
3	Надежность восстанавливаемых и невосстанавливаемых элементов и систем	Оценка эффективности использования ресурса деталей при групповых заменах	6	6
4	Надежность восстанавливаемых и невосстанавливаемых элементов и систем	Прогнозирование расхода запасных деталей при групповых заменах	9	9
5	Научный аппарат надежности. Вероятностные законы, используемые в надежности систем.	Обработка эмпирических данных, распределенных по экспоненциальному закону	6	6
6	Методы сбора и обработки информации по надежности	Определение оценок и доверительных границ для параметров логарифмически нормального распределения	6	6
7	Научный аппарат надежности. Вероятностные законы, используемые в надежности систем.	Оценка показателей надёжности по результатам наблюдений для нормального закона распределения	6	6
8	Методы испытаний на надежность. Планы испытаний и достоверность оценок показателей надежности.	Методика расчета проектной надежности механических систем	6	6
ВСЕГО:			51	51

4.3. Содержание лабораторных занятий

Проведение лабораторных занятий не предусмотрено.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Целью выполнения расчетно-графического задания студента – является закрепление теоретических и практических знаний по курсу и подготовка студента к самостоятельной работе по расчету надежности механических систем, применяемых в различных областях, развить знания студентов в теории надежности механических систем и овладеть практическими методами решения задач надежности с применением полученных теоретических знаний.

Расчетно-графическое задание состоит из пояснительной записки, содержащей: постановку задачи, и её решение. Объем пояснительной записки не более 15 листов формата А4.

Примерные темы индивидуальных расчетно-графических заданий

№ варианта	Наименование темы расчетно-графического задания
1.	Применение критерия Колмогорова
2	Применение критерия χ^2 для экспоненциального закона распределения

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ОПК-9. Способен подготавливать технические задания на разработку проектных решений, принимать участие в работах по расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций: разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты с использованием средств автоматизации проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий, участвовать в рассмотрении различной технической документации, подготавливать необходимые обзоры, отзывы, заключения;

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-9.1. принимает участие в работах по расчету надежности машин, систем	Собеседование в ходе практических занятий и при защите РГЗ, экзамен.
ОПК-9.2. Проводит оценку основных показателей надежности машин, систем; оценку брака и анализа причин его возникновения.	Собеседование в ходе практических занятий и при защите РГЗ, экзамен.

1 Компетенция ПК-4. Способность выбирать технологическое оборудование для выполнения операций технологических процессов механосборочных производств. (проектно-конструкторский)

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-4.5. Рассчитывает показатели надежности и эффективности использования технологического оборудования при реализации технологических процессов механосборочных производств	Собеседование в ходе практических занятий и при защите РГЗ, экзамен.

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

для экзамена / зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основные понятия и определения. Понятие о надежности	<ol style="list-style-type: none"> 1. Определение надежности. 2. Техническое состояние объекта. 3. Что такое повреждение? 4. Определение отказа. 5. Классификация отказов по характеру возникновения. 6. Определение безотказности. 7. Определение долговечности. 8. Определение ремонтпригодности. 9. Определение сохраняемости. 10. Показатели безотказности. 11. Показатели долговечности. 12. Показатели ремонтпригодности. 13. Показатели сохраняемости. 14. Комплексные показатели надежности.
2	Научный аппарат надежности. Вероятностные законы, используемые в надежности систем.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое интегральная функции распределения? 2. Приведите пример графического изображения интегральной функции распределения. 3. Что такое дифференциальная функции распределения? 4. Что характеризует дисперсия? 5. Что такое математическое ожидание? 6. Определение дисперсии. 7. Определение коэффициента вариации. 8. Что в теории надежности описывают нормальным распределением?

		<p>9. Что в теории надежности описывают логарифмически нормальным распределением?</p> <p>10. Что в теории надежности описывают экспоненциальным распределением?</p> <p>11. В каких случаях применяют распределение Вейбулла?</p> <p>12. Приведите пример однопараметрического закона распределения.</p> <p>13. Приведите пример двухпараметрического закона распределения.</p>
3	Причины потери механической системой работоспособности	<p>1. Классификация систем по последствиям отказов.</p> <p>2. Примеры допустимых повреждений.</p> <p>3. Примеры недопустимых повреждений.</p> <p>4. Дефекты конструирования.</p> <p>5. Примеры постепенных отказов.</p> <p>6. Примеры внезапных отказов.</p>
4	Надежность восстанавливаемых и невосстанавливаемых элементов и систем	<p>1. Сформулируйте определение восстанавливаемого объекта.</p> <p>2. Сформулируйте определение невосстанавливаемого объекта.</p> <p>3. Сформулируйте определение ремонтируемого объекта.</p> <p>4. Сформулируйте определение неремонтируемого объекта.</p> <p>5. Чему равна сумма коэффициента готовности и коэффициента вынужденного простоя?</p> <p>6. Как определить среднее время восстановления?</p> <p>7. Что показывает частота восстановления?</p> <p>8. Как определяется средняя наработка до отказа?</p> <p>9. Сформулируйте определение обслуживаемого объекта.</p>
5	Резервирование и дублирование объектов. Структурные схемы систем	<p>1. Что понимают под резервированием?</p> <p>2. Что называют резервным элементом системы?</p> <p>3. Что называют основным элементом системы?</p> <p>4. Какое резервирование называют функциональным?</p> <p>5. Кратность резервирования.</p> <p>6. Что понимают под дублированием?</p> <p>7. Классификация резервных элементов по их состоянию до момента включения в работу.</p> <p>8. Нагруженный резерв.</p> <p>9. Облегченный резерв.</p> <p>10. Ненагруженный резерв.</p> <p>11. Общее резервирование</p> <p>12. Что называют скользящим резервированием?</p> <p>13. Перечислите известные виды соединения элементов в структурных схемах надёжности.</p>
6	Методы сбора и обработки информации по надежности	<p>1. Чем характеризуется качество информации?</p> <p>2. Что такое генеральная совокупность?</p> <p>3. Что такое выборка?</p> <p>4. Что такое объем статистической информации?</p> <p>5. Порядок обработки экспериментального материала.</p> <p>6. Как определить число интервалов?</p> <p>7. Чему равна сумма частот?</p> <p>8. Что такое ранжированный ряд?</p> <p>9. Что характеризует третий центральный момент?</p> <p>10. Что характеризует статистический центральный момент четвертого порядка?</p> <p>11. Как построить гистограмму?</p> <p>12. Как определить значение интервала?</p> <p>13. Что называют частотой?</p> <p>14. Что называют частностью?</p> <p>15. Какие выборки называют однородными?</p> <p>16. Для чего необходима проверка на однородность?</p> <p>17. Что означает уровень значимости?</p> <p>18. Что называют доверительным интервалом?</p> <p>19. Для чего используют коэффициент распределения Стьюдента?</p> <p>20. Как вычислить критерий χ^2?</p> <p>21. Как построить полигон?</p> <p>22. Что такое размах?</p> <p>23. Что такое критерий согласия?</p> <p>24. Последовательность применения критерия Пирсона.</p> <p>25. Последовательность применения критерия Колмогорова.</p> <p>26. Последовательность применения критерия знаков.</p>

		27.Последовательность применения критерия Андерсона
7	Методы испытаний на надежность. Планы испытаний и достоверность оценок показателей надежности	1.Цель проведения испытаний. 2.Классификация испытаний по месту проведения. 3.Классификация контрольных испытаний. 4.Перечислите объекты испытаний на надежность. 5.Классификация определительных испытаний. 6.На чем основаны методы физического моделирования? 7.Планы контрольных испытаний. 8.На какие испытания в зависимости от стратегии подразделяют контрольные испытания? 9. Перечислите основные преимущества испытаний по планам г. 10.Перечислите преимущества испытаний по планам Т.

Типовой вариант экзаменационного билета

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

Кафедра Технология машиностроения

Дисциплина Надежность механических систем

Направление 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

Профиль 15.05.01-10 Проектирование технологических комплексов механосборочных производств

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Понятие надежности. Основные свойства надежности.
2. Анализ однородности результатов наблюдений. Критерий χ^2 .
3. Задача. Определить средние значения в интервалах, частоту, частость и построить гистограммы для первой и второй выборки. Исходные данные (табл. 1)

Таблица 1

Выборка	Значение ресурса						
	Первая	517	201	413	534	694	781
	340	255	894	425	756	731	654
Вторая	652	517	425	529	619	777	711
	932	382	877	642	708	739	615

Утверждено на заседании кафедры _____, протокол № _____
(дата)

Заведующий кафедрой _____ / (_____)
(подпись)

Перечень тестовых заданий для экзамена / зачета

Тема № 1. Основные понятия, определения, свойства и показатели надежности

В процессе эксплуатации надежность ...	задается
	остаётся постоянной
	реализуется
	устанавливается
Отказ...	закладывается
	состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований, установленных нормативно-технической документацией
	событие, заключающееся в нарушении работоспособности объекта
	свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели
Свойство объекта сохранять работоспособность в течение некоторой наработки без вынужденных перерывов – это...	свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния
	наработка объекта от начала эксплуатации или ее возобновления после капитального ремонта до наступления предельного состояния.
	долговечность
	предельное состояние объекта
К комплексным показателям относится...	сохраняемость
	безотказность
	ремонтпригодность
	средний ресурс
К единичным показателям относятся...	средний срок службы
	наработка на отказ
	вероятность безотказной работы
	коэффициент готовности
Показатели безотказности	средний ресурс
	средний срок службы
	наработка на отказ
	вероятность безотказной работы
Показатели ремонтпригодности	коэффициент готовности
	вероятность безотказной работы
	назначенный ресурс
	средний срок службы
Показатели долговечности	средняя наработка на отказ
	гамма-процентная наработка до отказа
	вероятность безотказной работы
	назначенный ресурс
Суммарная наработка объекта, при достижении которой эксплуатация должна быть прекращена независимо от его технического состояния – это...	средний срок службы
	среднюю суммарную стоимость технического обслуживания
	среднее время восстановления
	среднее время восстановления
Свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение	назначенный ресурс
	средний срок службы
	среднюю суммарную стоимость технического обслуживания
	среднее время восстановления
Свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение	гамма-процентный ресурс
	среднее время восстановления
	гамма-процентный ресурс
	назначенный ресурс
Свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение	средний срок службы
	технический ресурс
	сохраняемость
	безотказность
Свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение	ремонтпригодность
	ремонтпригодность

требуемого промежутка времени или требуемой наработки – это ...	средний ресурс
Исправное состояние – это	надежность
	состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований, установленных нормативно-технической документацией.
	состояние объекта, при котором он способен выполнять заданные функции, сохраняя значения заданных параметров в пределах, установленных нормативно-технической документацией.
Работоспособное состояние - это...	состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям, установленным нормативно-технической документацией.
	состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований, установленных нормативно-технической документацией.
	состояние объекта, при котором он способен выполнять заданные функции, сохраняя значения заданных параметров в пределах, установленных нормативно-технической документацией.
Неисправное состояние – это	состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям, установленным нормативно-технической документацией.
	состояние объекта, при котором он способен выполнять заданные функции, сохраняя значения заданных параметров в пределах, установленных нормативно-технической документацией.
	состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований, установленных нормативно-технической документацией.
В зависимости от причин возникновения отказа различают:	конструкционные отказы, производственные отказы, эксплуатационные отказы
	внезапные, постепенные и перемежающиеся.
	ремонтируемые (восстанавливаемые) и неремонтируемые (невосстанавливаемые).
По характеру возникновения различают отказы:	конструкционные отказы, производственные отказы, эксплуатационные отказы
	внезапные, постепенные и перемежающиеся.
	ремонтируемые (восстанавливаемые) и неремонтируемые (невосстанавливаемые).
Конструкционные отказы:	отказы, возникшие в результате нарушения установленных правил конструирования;
	отказы, причиной возникновения которых является нарушение установленного процесса изготовления или ремонта изделия.
	причиной возникновения которых является нарушение установленных правил или условий эксплуатации системы.
К числу неремонтируемых элементов систем относят:	шестерни
	фланцы
	корпусные детали
	подшипники качения
	валы
Свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния с необходимыми перерывами для технического обслуживания и текущих ремонтов – это...	долговечность
	предельное состояние объекта
	сохраняемость
	безотказность
	ремонтпригодность
Свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений и устранению их последствий путем проведения технического обслуживания и ремонтов – это...	долговечность
	предельное состояние объекта
	сохраняемость
	безотказность
	ремонтпригодность
Свойство объекта непрерывно сохранять исправное и работоспособное состояние в течение, после хранения и (или) транспорти-	долговечность
	предельное состояние объекта
	сохраняемость

рования – это...	интенсивность отказов ремонтпригодность
Отношение математического ожидания числа отказов восстанавливаемого объекта за достаточно малую его наработку к значению этой наработки – это...	параметр потока отказов предельное состояние объекта наработка до отказа интенсивность отказов наработка на отказ
Нарботка объекта от начала эксплуатации до возникновения первого отказа – это...	параметр потока отказов предельное состояние объекта наработка до отказа безотказность наработка на отказ
Отношение наработки восстанавливаемого объекта к математическому ожиданию (среднему значению) числа его отказов в течение этой наработки – это...	параметр потока отказов предельное состояние объекта наработка до отказа интенсивность отказов наработка на отказ
Условная плотность вероятности возникновения отказа невозстанавливаемого объекта, определяемая для рассматриваемого момента времени при условии, что до этого момента отказ не возник – это...	параметр потока отказов предельное состояние объекта наработка до отказа интенсивность отказов наработка на отказ
Нарботка объекта от начала эксплуатации или ее возобновления после капитального ремонта до наступления предельного состояния – это...	интенсивность отказов предельное состояние объекта ресурс безотказность параметр потока отказов
Нарботка, в течение которой объект не достигнет предельного состояния с заданной вероятностью γ процентов – это...	наработка на отказ срок службы гамма-процентный ресурс параметр потока отказов интенсивность отказов
Календарная продолжительность эксплуатации объекта от ее начала или возобновления после капитального ремонта до наступления предельного состояния – это...	наработка на отказ среднее время восстановления гамма-процентный ресурс срок службы интенсивность отказов
Математическое ожидание времени восстановления работоспособности – это...	среднее время восстановления срок службы вероятность восстановления в заданное время параметр потока отказов интенсивность отказов
Вероятность того, что время восстановления работоспособности объекта не превысит заданного – это...	среднее время восстановления срок службы вероятность восстановления в заданное время параметр потока отказов интенсивность отказов
Вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается — это...	среднее время восстановления коэффициент технического использования вероятность восстановления в заданное время параметр потока отказов коэффициент готовности
Отношение математического ожидания времени пребывания объекта в работоспособном состоянии за некоторый период эксплуатации к математическому ожиданию суммарного времени пребывания объекта в работоспособном состоянии и простоя, обусловленных техническим обслуживанием и ремонтом за тот же период— это...	среднее время восстановления коэффициент технического использования вероятность восстановления в заданное время параметр потока отказов коэффициент готовности
Величина, которая в некотором интервале может принимать любое значение — это...	частота частость

	непрерывная случайная величина
	параметр потока отказов
	коэффициент готовности
Число одинаковых или близких (полученных по наблюдениям) событий или абсолютных значений случайных величин, соединенных в одну группу (интервал) — это...	частота
	частость
	непрерывная случайная величина
	параметр потока отказов
Частота, выраженная в долях единицы или процентах от общего числа испытаний или объектов изучаемой совокупности — это...	коэффициент готовности
	частота
	частость
	непрерывная случайная величина
Состояние работоспособности и отказ — это...	параметр потока отказов
	коэффициент готовности
	распределение случайной величины
	два совместимых противоположных события
Совокупность значений случайных величин, расположенных в возрастающем порядке с указанием их вероятностей для теоретических распределений или частот для эмпирических распределений — это...	два несовместимых противоположных события
	непрерывная случайная величина
	параметр потока отказов
	распределение случайной величины
Факторы, которые определяются деятельностью человека — это...	два совместимых противоположных события
	распределение случайной величины
	непрерывная случайная величина
	параметр потока отказов
Факторы, связанные с климатическими, методологическими, биологическими, физико-химическими и другими условия работы — это...	объективные
	два несовместимых противоположных события
	непрерывная случайная величина
	параметр потока отказов
	субъективные
	объективные
	два несовместимых противоположных события
	непрерывная случайная величина
	параметр потока отказов
	субъективные

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме допуска к выполнению и защиты практических работ; контроля выполнения разделов РГЗ. Итоговым контрольным этапом является экзамен.

Типовые задания для выполнения и защиты практических работ

Практические работы выполняются в соответствии с учебным планом, программой дисциплины и «Основы надёжности и диагностики. Лабораторный практикум». Защита практических работ возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме практической работы.

Для защиты практических работ необходимо:

- выполнить необходимые расчеты в соответствии с конкретным заданием каждой работы, произвести анализ полученных результатов, сделать выводы по выполненной работе;
- подготовить отчет о выполнении работы и подготовить ответы на вопросы для самоконтроля, приведенные в конце каждой работы.

Тематика практических работ:

Практическая работа №1. Тема: «Проверка однородности результатов наблюдений по критерию χ^2 . Статистическая оценка показателей надежности»

Вопросы для допуска и защиты практической работы:

1. Что такое критерий?
 2. Какие выборки называют однородными?
 3. Для чего необходима проверка на однородность?
 4. Что означает уровень значимости?
 5. Как определить число степеней свободы?
 6. Что называют доверительным интервалом?
 7. Как рассчитать количество интервалов?
 8. Как рассчитать коэффициент вариации?
 9. Что такое «коэффициент вариации»?
 10. Как рассчитать среднее квадратическое отклонение?
- Суть проверки на однородность с применением критерия χ^2 ?

Практическая работа №2. Тема: «Определение оптимального ресурса и периодичности обслуживания сборочных единиц с сопрягаемыми поверхностями при простом процессе восстановления.»

Вопросы для допуска и защиты практической работы:

1. Как влияют показатели Ип, β , α на ресурс сборочной единицы при отсутствии ТО?
2. За счет чего увеличивается ресурс при проведении технического обслуживания?
3. Как влияют Сам.о и Соб на количество технических обслуживаний при оптимальном ресурсе?
4. Как определить оптимальную наработку между техническими обслуживаниями (тоб.опт)?
5. Как определить оптимальный ресурс?
6. Как влияет периодичность обслуживания на удельные затраты?
7. Как влияет периодичность обслуживания на амортизацию?
8. Как влияет периодичность обслуживания на суммарные удельные приведенные затраты

Практическая работа №3. Тема: «Оценка эффективности использования ресурса деталей при групповых заменах.»

Вопросы для допуска и защиты практической работы:

1. Как определяется коэффициент использования ресурса каждой детали при групповой замене?
2. Назначенный ресурс – это...
3. Чему равен коэффициент использования ресурса детали при индивидуальной ее замене по потребности при ее отказе?
4. Что называют ресурсом?
5. Как определяется среднее значение коэффициента использования ресурса деталей при групповой замене?
6. Как определяется коэффициент использования деталей при групповой замене с учетом величин их стоимости?
7. Как определяется наилучшая стратегия замен деталей?
8. Как определяются квантили нормального распределения?

Практическая работа №4. Тема: «Прогнозирование расхода запасных деталей при групповых заменах»

Вопросы для допуска и защиты практической работы:

1. Как определяется вероятность безотказной работы для трех деталей заменяемых одновременно группой?
2. Как вычисляется функция композиции очередных замен для группы деталей?

3. Как определяется ведущая функция потока отказов (или числа замен) деталей заменяемых одновременно группой?
4. По какому выражению определяется интервальная оценка параметра потока отказов?
5. Как определяется требуемое число замен деталей за период плановой наработки для механических систем с одинаковой наработкой на начало планируемого периода?
6. Как определить число запасных деталей для механических систем с неодинаковой наработкой на начало планируемого периода?
7. Как определить среднюю наработку для группы заменяемых одновременно деталей при второй и последующих заменах?

Практическая работа №5. Тема: «Обработка эмпирических данных, распределенных по экспоненциальному закону»

Вопросы для допуска и защиты практической работы:

1. Как определить величину среднего времени восстановления при известном значении параметра потока восстановлений для экспоненциального закона распределения?
2. Как определить величину среднеквадратичного отклонения времени восстановления для экспоненциального распределения?
3. Как определить величину вероятности восстановления во время $P(t)$ при экспоненциальном законе времени восстановления?

Практическая работа №6. Тема: «Определение оценок и доверительных границ для параметров логарифмически нормального распределения»

Вопросы для допуска и защиты практической работы:

1. В каких задачах надежности механических систем используют логарифмически нормальное распределение?
2. Что называют выборочным коэффициентом вариации?
3. Что называют плотностью распределения?
4. Нижняя и верхняя доверительные границы параметра.
5. Бесконечный и конечный доверительные интервалы.

Практическая работа №7. Тема: «Оценка показателей надёжности по результатам наблюдений для нормального закона распределения»

Вопросы для допуска и защиты практической работы:

1. Применение нормального распределения в теории надежности.
2. Что такое отказ?
3. Что называют сроком службы?
4. Что называют сроком сохраняемости?
5. Что называют временем восстановления?
6. Что такое квантиль?

Практическая работа №8. Тема: «Методика расчета проектной надежности механических систем»

Вопросы для допуска и защиты практической работы:

1. Что называют коэффициентом готовности?
2. Что называют структурной схемой надежности?
3. Среднее квадратическое отклонение вероятности безотказной работы.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачета, дифференцированного зачета при защите курсового проекта/работы используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий, основных закономерностей в области основ надежности механических систем
	Полнота, точность и безошибочность ответов на вопросы
	Знание методики анализа надежности механических систем
	Знание основных методик расчета механических систем
Умения	Анализировать показатели надежности механических систем
	Выполнять мероприятия по разработке планов испытаний, определять достоверность оценок показателей надежности механических систем
Навыки	Анализировать показатели механических систем и вырабатывать предложения по повышению надежности механических систем
	Выбирать средств контроля показателей надежности машин и определения брака

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Знание методики анализа надежности механических систем	Не знает методики анализа надежности механических систем	Знает методику анализа надежности механических систем, но допускает неточности в последовательности и выполнении оценки	Знает методику анализа надежности механических систем, но допускает несущественные неточности	Знает методику анализа надежности механических систем
Знание основных методик расчета механических систем	Не знает основных методик расчета механических систем	Знает основные методики расчета механических систем, но допускает неточности в их содержании и последовательности выполнения	Знает основные методики расчета механических систем, но допускает несущественные неточности	Знает основные методики расчета механических систем

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Анализировать показатели надежности механических систем	Не умеет анализировать показатели надежности механических систем.	Умеет анализировать показатели надежности механических систем, но допускает неточности в последовательности и выполнении оценки	Умеет анализировать показатели надежности механических систем, но допускает несущественные неточности	Умеет анализировать показатели надежности механических систем.
Выполнять мероприятия по разработке планов испытаний, определять достоверность оценок показателей надежности механических систем	Не умеет выполнять мероприятия по разработке планов испытаний, определять достоверность оценок показателей надежности механических систем	Умеет выполнять мероприятия по разработке планов испытаний, определять достоверность оценок показателей надежности механических систем, но допускает неточности в последовательности и выполнении отдельных этапов проектирования.	Умеет выполнять мероприятия по разработке планов испытаний, определять достоверность оценок показателей надежности механических систем, но допускает несущественные неточности	Умеет выполнять мероприятия по разработке планов испытаний, определять достоверность оценок показателей надежности механических систем

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Анализировать показатели механических систем и вырабатывать предложения по повышению надежности механических систем	Не может анализировать показатели механических систем и вырабатывать предложения по повышению надежности механических систем.	Может анализировать показатели механических систем и вырабатывать предложения по повышению надежности механических систем, но допускает неточности в последовательности и выполнении оценки	Может анализировать показатели механических систем и вырабатывать предложения по повышению надежности механических систем, но допускает несущественные неточности	Может анализировать показатели механических систем и вырабатывать предложения по повышению надежности механических систем.
Выбирать средств контроля показателей надежности машин и определения брака	Не может выбирать средств контроля показателей надежности машин и определения брака	Может выбирать средств контроля показателей надежности машин и определения брака, но допускает неточности в последовательности и выполнении отдельных этапов проектирования, но допускает неточности в последовательности и выполнении отдельных этапов проектирования.	Может выбирать средств контроля показателей надежности машин и определения брака, но допускает несущественные неточности	Может выбирать средств контроля показателей надежности машин и определения брака.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий УК №4, №305	Специализированная мебель мультимедийная установка и интерактивная доска
2	Учебная аудитория для проведения практических занятий УК №4, №312	Специализированная мебель, мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук.
3	Специализированная лаборатория САПР для курсового проектирования. УК №4, №313	Специализированная мебель, компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
4	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы.	Специализированная мебель, компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Office Professional 2013	Лицензионный договор № 31401445414 от 25.09.2014.
2	Google Chrome.	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения.
3	Mozilla Firefox. Свободно распространяемое	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения.
4	Учебный комплект КОМПАС-3D V15 на 50 мест,	Лицензионное соглашение МЦ-11-00610 от 06.12.2011.
5	Учебный комплект ВЕРТИКАЛЬ 2014 на 20 мест	Лицензионное соглашение МЦ-15-00011 от 02.03.2015; NX CAD 7.5.
6	Перечень лицензий SIEMENS для БГТУ им. Шухова	Соглашение №1114/16 от 24.11.2016

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

6.3.1. Перечень основной литературы

1. Бондаренко, Ю.А. Надёжность и диагностика технологических систем. Учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", "Автоматизация технологических процессов и производств (машиностроение)" / Ю.А. Бондаренко, М.А. Федоренко, Т.М. Санина, А.А. Погонин. - Старый Оскол: ТНТ, 2017. – 221 с.

1. Бондаренко, Ю.А. Основы надёжности и диагностики. Лабораторный практикум. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", "Автоматизация технологических процессов и производств (машиностроение)" / Ю.А. Бондаренко, М.А. Федоренко, Т.М. Санина, А.А. Погонин. - Старый Оскол: ТНТ, 2017. – 124 с.

2. Надёжность и диагностика технологических систем [Электронный ресурс]: метод. указания к выполнению практ. работ для студентов специальности

151003// сост.: М.А. Федоренко, Ю.А. Бондаренко, Т.М. Санина. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. – 102 с. Электрон. текстовые данные. – Белгород.: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2011. – Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015012012151447400000062700>

6.3.2. Перечень дополнительной литературы

1. Основы надежности и диагностики технологических систем : метод. указания к выполнению практ. работ для студентов направления бакалавриата 151900 - Конструктор.-технол. обеспечение машиностроит. пр-в / БГТУ им. В. Г. Шухова, каф. технологии машиностроения ; сост.: М. А. Федоренко, Ю. А. Бондаренко. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2016. - 35 с.
2. Юркевич, В. В. Надежность и диагностика технологических систем : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности - Металлообрабатывающие станки и комплексы направления подготовки - Конструкторско-технол. обеспечение машиностроит. пр-в / В. В. Юркевич, А. Г. Схиртладзе. - Москва : Академия, 2011. - 296 с.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. <http://elibrary.rsl.ru> – электронная библиотека РГБ;
2. [http://lib.walla./](http://lib.walla/) – публичная электронная библиотека;
3. <http://techlibrary.ru> – техническая библиотека;
4. <http://window.edu.ru/window/library> – электронная библиотека научно-технической литературы;
6. <http://www.techlit.ru> – библиотека нормативно-технической литературы;
7. <http://e.lanbook.com> – электронная библиотечная система издательства «Лань»;
8. <http://www.unilib.neva.ru/rus/lib/resources/elib> – библиотека СПбГТУ.