



---

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический  
университет» (БГТУ)

---

Учебно-научный институт транспорта

Кафедра «Трубопроводные транспортные системы»

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор по учебной  
работе и цифровизации  
\_\_\_\_\_ В.А. Шкаберин  
«21» апреля 2022 г.

**Рабочая программа учебной дисциплины**  
**НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

**по направлению подготовки: 15.03.03**  
**«Прикладная механика»**

**профиль «Нефтегазовое оборудование и надежность машин»**

**квалификация выпускника: бакалавр**  
**форма обучения: очная**  
**(для набора с 2020 г.)**

Брянск 2022

Рабочая программа учебной дисциплины «Надежность технических систем». Направление подготовки 15.03.03 «Прикладная механика». Профиль «Нефтегазовое оборудование и надежность машин».

Разработал:

доцент каф. «ТТС», к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_ / В.А. Татаринцев  
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
30.03.2022 г., протокол № 3

Заведующий кафедрой «ТТС»

доктор технических наук, профессор

(ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_ / М.Г. Шалыгин  
(подпись) (И.О. Фамилия)

© Татаринцев В.А.

© ФГБОУ ВО «Брянский

государственный технический

университет»

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ФГОС.....	5
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	6
4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ.....	7
5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	7
5.1. Структура дисциплины.....	7
5.2. Распределение формируемых компетенций по разделам (темам) дисциплины.....	8
5.3. Лекции .....	9
5.4. Лабораторные работы .....	11
5.5. Практические занятия .....	11
5.6. Самостоятельная работа обучающихся .....	12
5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	16
6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	17
7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	18
8. ЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	18
8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся .....	18
8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	19
8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при изучении дисциплины .....	20
8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и (или) информационных справочных систем .....	20
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	21
10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	21

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	23
11.1. Методические материалы для педагогических работников .....	23
11.2. Методические материалы для обучающихся .....	24
12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	24
12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины.....	24
12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости .....	25
12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся .....	26
12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине.....	27
12.5. Характеристика результатов обучения .....	27
12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	28
13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА .....	28

## **Предисловие**

Программа разработана на основе требований государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.03 «Прикладная механика» (уровень бакалавриата), утверждённого приказом Министерства образования и науки РФ № 220 от 12.03.2015 г. в соответствии с основной профессиональной образовательной программой высшего образования по профилю «Надёжность и безопасность машин». Дисциплина ориентирована на научно-исследовательский и расчетно-экспериментальный с элементами научно-исследовательского виды профессиональной деятельности как основные.

Дисциплина «Основы теории надёжности» занимает центральное место в подготовке бакалавров по направлению 15.03.03 «Прикладная механика» профиль «Надежность и безопасность машин». Значимость курса состоит в практической применимости полученных знаний в профессиональной деятельности будущего бакалавра. Дисциплина позволяет студенту познакомиться с методами теории надежности, применяемыми при анализе отказов машин, основами управления надежностью на всех этапах жизненного цикла изделия. В рамках данной дисциплины студент получает информацию о терминологии, методах оценки и повышения надежности, основных стандартах, действующих в области надежности, необходимости и области их применения в практической деятельности. Рассматриваются проблемы оценки, контроля и прогнозирования показателей надежности изделия, а также возможность реализации планов испытаний на надежность.

Программа дисциплины включает организационные и методические рекомендации по изучению дисциплины, ее содержание по темам и дидактическим единицам, тематику практических работ, список рекомендованных источников

### **1. Цель освоения дисциплины**

Целью изучения дисциплины является обучение студентов основам теории, расчётов и практическому применению методов теории надежности на этапах проектирования, изготовления и эксплуатации машин, пониманию общих принципов оценки надёжности, системному подходу к анализу причин отказов и методов обеспечения и повышения надежности. Дисциплина формирует способность и готовность выполнения конкретных расчётов показателей безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости, организации теоретических и экспериментальных исследований характеристик надёжности изделий, применения современных информационных технологий для решения задач прогнозирования, оценки уровня и его обеспечения надёжности; способствует развитию творческого мышления, умения работать с технической и справочной литературой.

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

Дисциплина «Основы теории надёжности» относится к вариативной части блока Б1 программы подготовки академического бакалавриата и базируется на

предшествующих дисциплинах: «Высшая математика», «Физика», «Информационные технологии», «Технология конструкционных материалов» «Сопротивление материалов», «Трение и износ в машинах», «Детали машин и основы конструирования», «Основы теории вероятностей», «Математическая статистика». Материалы, отражающие результаты освоения дисциплины, включаются в содержание выпускной квалификационной работы студентов.

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

Дисциплина «Основы теории надёжности» направлена на формирование следующих компетенций.

#### Компетенции и требования к освоению дисциплины

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Результат освоения
<b>Профессиональные компетенции</b>		
ПК-12	Готовность участвовать в проектировании машин и конструкций с целью обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин	<b>знать</b> методы обеспечения уровней надежности и износостойкости узлов и деталей машин; <b>уметь</b> применять общие принципы проектирования машин и конструкций по критериям прочности, устойчивости, долговечности и безопасности по заданным выходным параметрам; <b>владеть</b> навыками применения методов теории надежности для обеспечения заданного уровня надежности и износостойкости узлов и деталей машин работы в соответствии с нормативно-технической документацией.
ПК-13	Готовность участвовать в работах по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы	<b>знать</b> общие принципы технико-экономического обоснования проектируемых машин и конструкций; <b>уметь</b> выполнять технико-экономическое обоснование уровня надежности проектируемых машин и конструкций; <b>владеть</b> навыками технико-экономического обоснования уровня надежности проектируемых машин и конструкций, работы с соответствующей нормативно-технической документацией по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 часов).

Виды учебной работы	Семестр
	7
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>68</b>
В том числе:	-
Лекции (Л)	34
Практические занятия (ПЗ)	34
Лабораторные работы (ЛР)	-
<b>Самостоятельная работа (СРС) (без учета подготовки к экзамену)</b>	<b>49</b>
В том числе:	-
Курсовая работа	30
<i>Другие виды самостоятельной работы:</i>	-
Подготовка к занятиям	10
Самоподготовка	9
<b>Вид промежуточной аттестации:</b>	<b>27</b>
Экзамен	27
<b>Общая трудоемкость: 144 часов; 4 зачетных единиц</b>	<b>144</b>

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1. Содержание разделов дисциплины

###### Наименование и содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (дидактические единицы)
1	Проблема надежности и безопасности технических систем. Основные характеристики надежности.	<i>Проблема надежности и безопасности технических систем и их элементов.</i> Понятия надежности, безопасности, отказа, ресурса. Жизненный цикл машин и конструкций и интегральный характер проблемы надежности. Причины рассеяния ресурса. Причины возникновения отказов и аварий. Экономический аспект проблемы надежности. Прогнозирование надежности на стадии проектирования. Прогнозирования остаточного ресурса на стадии эксплуатации, обеспечения безопасности, нормирования и контроля надежности.
		<i>Основные понятия и определения в надежности. Классификация и анализ причин отказов.</i> Общие понятия: надежность, частные свойства надежности (безотказность, долговечность, ремонтпригодность,

		<p>сохраняемость), комплексное свойство надежности - готовность, модель надежности, показатели надежности (единичные, комплексные; расчетные, экспериментальные, эксплуатационные). Виды объектов. Состояния объектов. Критерий предельного состояния. Повреждения и отказы. Схема возможных состояний объекта. Временные понятия: наработка, наработка до отказа, наработка между отказами, время восстановления, ресурс, срок службы, срок сохраняемости, остаточный ресурс, назначенный ресурс. Классификация отказов. Систематизация отказов и анализ причинно-следственных связей. Определение и контроль надежности. Методы определения надежности.</p> <p><i>Математическое модели параметров объектов и внешних воздействий в задачах надежности.</i></p> <p>Типы математических моделей (детерминированное, стохастическое в виде случайных событий, величин, функций, процессов). Функции и законы распределения случайных величин, числовые характеристики случайных величин, системы случайных величин. Случайные процессы, стационарные и нестационарные, их вероятностные характеристики. Линейные преобразования случайных функций.</p> <p>Анализ случайных процессов. Марковские процессы, уравнения Колмогорова, определение вероятности достижения границ области возможных значений. Примеры математического описания геометрических параметров, механических свойств материалов, нагрузок и других параметров, и воздействий. Описание и анализ случайных процессов в задачах надежности. Выбросы и абсолютный максимум случайного процесса, среднее число и дисперсия выбросов стационарного случайного процесса за детерминированный или случайный уровень. Распределение абсолютного максимума стационарного случайного процесса.</p> <p><i>Показатели надежности невосстанавливаемых объектов.</i></p> <p>Виды наблюдений за объектами в эксплуатации или при испытаниях на надежность (полные, сокращенные). Диаграмм наблюдений. Нарботка до отказа как случайная величина. Функция и плотность распределения наработки до отказа. Цензурирование (однократное, многократное, случайное). Полные и цензурированные данные об отказах. Виды оценок показателей надежности (статистическая и вероятностная,</p>
--	--	---



		<p>точечная и интервальная). Точечное оценивание показателей надежности невосстанавливаемых объектов по результатам полных наблюдений (показателей безотказности, показателей долговечности, показателей сохраняемости).</p> <p>Связи между показателями безотказности и долговечности. Экспоненциальный закон надежности. Интенсивность отказов в различные периоды эксплуатации. Типичные законы распределения наработки до отказа (усеченное нормальное, логнормальное, Вейбулла, гамма- распределение, экспоненциальное, диффузионное), виды соответствующих функций вероятности безотказной работы и интенсивности отказов. Методы оценки параметров законов распределения наработки до отказа. Точечное оценивание показателей надежности невосстанавливаемых объектов по результатам сокращенных наблюдений на основе параметрических и непараметрических методов. Построение интервальных оценок показателей надежности.</p> <p>Показатели надежности восстанавливаемых объектов.</p> <p>Поток событий и его свойства (стационарность, ординарность, без последствия). Потоки отказов и восстановлений. Пуассоновский поток отказов. Функция отказов как основная характеристика потока отказов, ее статистическая и вероятностная оценка.</p> <p>Точечное оценивание единичных показателей надежности восстанавливаемых объектов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- показателей безотказности (параметра потока отказов, средней наработки на отказ);</li> <li>- показателей долговечности (среднего ресурса, гамма-процентного ресурса, среднего срока службы, гамма-процентного срока службы);</li> <li>- показателей ремонтпригодности (вероятности восстановления, гамма-процентного времени восстановления, средней трудоемкости восстановления);</li> <li>- показателей сохраняемости (гамма-процентного срока сохраняемости, среднего срока сохраняемости).</li> </ul> <p>Комплексные показатели надежности восстанавливаемых объектов (граф состояний объекта, дифференциальные уравнения вероятности состояний Колмогорова, функция готовности, коэффициент готовности, коэффициент технического пользования).</p> <p>Построение интервальных оценок единичных показателей надежности.</p>
--	--	---

2	Расчётные методы оценки надежности	<p><i>Модели отказов.</i></p> <p>Модели внезапных отказов. Однократное нагружение. Модель внезапных отказов типа "нагрузка-сопротивление". Частный случай нормального распределения параметра и его предельного значения. Связь коэффициента запаса по параметру с вероятностью безотказной работы.</p> <p>Многократное нагружение в виде стационарного случайного процесса. Модель внезапных отказов на основе теории выбросов случайного процесса и экспоненциального закона надежности. Модель внезапных отказов на основе распределения абсолютного максимума случайного процесса.</p> <p><i>Модели постепенных отказов.</i></p> <p>Виды моделей постепенных отказов (случайных процессов деградации): непрерывные и дискретные; с убывающей, постоянной или возрастающей средней скоростью деградации; сильным или слабым перемешиванием реализаций случайного процесса; при однородном и неоднородном исходном качестве объектов; вероятностные и вероятностно-физические, примеры моделей с различными механизмами отказов.</p> <p>Общая модель постепенных отказов для случая непрерывного случайного процесса деградации. Модели постепенных отказов для случайных процессов деградации с линейными реализациями. Модели постепенных отказов, основанные на априорной информации о виде закона распределения наработки до отказа объектов-аналогов. Модели постепенных отказов на основе марковского случайного процесса деградации.</p> <p>Моделирование постепенных отказов на основе вычислительного эксперимента.</p> <p><i>Расчеты надежности. Прогнозирование надежности.</i></p> <p>Расчет надежности, прогнозирование надежности. Порядок и цели расчета надежности. Общая схема расчета. Идентификация объекта.</p> <p>Виды методов расчета надежности (расчеты безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохранности; методы прогнозирования надежности, структурные методы расчета, физические методы расчета).</p> <p>Исходные данные. Адекватность метода расчета. Методы прогнозирования надежности. Прогнозирование по статистическим моделям. Прогнозирование на основе имитационного моделирования.</p> <p>Расчеты прочностной надежности элементов техниче-</p>
---	------------------------------------	---

	<p>ских систем.</p> <p>Механизмы отказов по параметрам прочности и роль основных факторов (технологических, конструктивных, эксплуатационных).</p> <p>Типичные критерии и причины отказов по параметрам прочности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- пластические деформации от перегрузок (внезапные отказы), от ползучести при длительном статическом или малоцикловом нагружении (постепенные отказы);</li> <li>- хрупкие, квазихрупкие или вязкие разрушения при перегрузках (внезапные отказы) или как следствие предшествующего медленного роста трещины (постепенные отказы);</li> <li>- макроскопические трещины от перегрузок (внезапные отказы) или механической либо коррозионномеханической усталости (постепенные отказы).</li> </ul> <p>Расчеты прочностной надежности по критерию пластических деформаций или разрушения при однократном и многократном нагружениях с использованием моделей внезапных отказов.</p> <p>Расчеты прочностной надежности при отказах от многоциклового усталости. Расчеты с учетом стадии живучести.</p> <p><i>Расчеты трибологической надежности элементов технических систем.</i></p> <p>Механизмы трибологических отказов и роль основных факторов. Краткие сведения о видах и стадиях изнашивания, мерах износа, предельном износе. Расчеты надежности по критерию абразивного изнашивания</p> <p>Расчеты надежности по критерию усталостного выкрашивания на основе линейной модели накопления повреждений. Расчеты надежности по критерию схватывания с использованием моделей внезапных отказов.</p> <p><i>Расчеты надежности технических систем на основе структурных схем.</i></p> <p>Взаимосвязь элементов технических систем (конструктивная, логическая). Структурные схемы надежности (блок-схемы, графы состояний и переходов, деревья отказов).</p> <p>Структурные методы расчета надежности технических систем по показателям надежности их элементов на основе структурных блок-схем. Резервирование - способ повышения надежности (постоянное, замещением; общее, раздельное). Построение структурных блок-схем при анализе надежности. Расчет надежности на</p>
--	---

		основе логических графов (диаграмм) состояний и переходов.
3	Экспериментальные методы оценки надежности	<p><i>Параметрическая надежность технических систем.</i></p> <p>Причины нестабильности (неточности функционирования) технических систем. Виды границ на параметры функционирования (одно- и двухсторонние; статические, динамические, стохастические) и параметрических отказов (внезапные, постепенные; сбои, перемежающиеся, деградационные). Математические модели в задачах параметрической надежности, методы их построения. Расчеты параметрической надежности по моделям внезапных и постепенных отказов.</p> <p><i>Определение надежности по данным об отказах в эксплуатации.</i></p> <p>Цели определения эксплуатационной надежности. Виды эксплуатации, методы сбора информации об отказах и нормативно-техническая база. Полные и сокращенные наблюдения за объектами. Определение необходимого объема наблюдений. Методы повышения достоверности оценок показателей надежности.</p> <p>Испытания на надежность. Роль испытаний на надежность. Виды испытаний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- на безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость;</li> <li>- определительные и контрольные;</li> <li>- лабораторные и эксплуатационные;</li> <li>- нормальные и ускоренные;</li> <li>- ресурсные и кратковременные.</li> </ul> <p>Исследовательские, доводочные испытания, их цели и задачи. Определительные испытания на надежность. Планирование испытаний и обработка результатов.</p> <p>Контрольные испытания на надежность. Виды контроля надежности (сплошной, выборочный; одноступенчатый, последовательный). Риски изготовителя и потребителя (ошибки первого и второго рода) и их вероятности. Оперативная характеристика плана контрольных испытаний. Условия приемки и браковки партии контролируемых объектов. Контрольные испытания на надежность. Последовательные контрольные испытания (планирование и проведение испытаний, оперативная характеристика плана испытаний, условия приемки, браковки, продолжения испытаний). Кратковременные и ресурсные испытания на надежность. Ускоренные испытания на надежность.</p>
4	Методы обос-	<i>Оптимизация и нормирование надежности.</i>

	нования и обеспечения надежности	<p>Оптимизация надежности и оптимальное проектирование. Экономико-математические модели надежности. Постановка задачи оптимального проектирования с учетом фактора надежности (целевые функции, ограничения). Нормирование показателей надежности.</p> <p><i>Контроль надежности и безопасность технических систем.</i></p> <p>Методы контроля надежности. Обеспечение безопасности как составная часть надежности. Причины возникновения аварий. Показатели безотказности и риска и их оценка. Вероятностные модели экстремальных нагрузок. Расчеты на безопасность. Понятие техногенного риска. Методология анализа и оценка риска. Качественные методы анализа риска. Количественная оценка риска.</p> <p><i>Методы обеспечения надежности технических систем.</i></p> <p>Методы и система обеспечения надежности. Экспериментальная база обеспечения надежности. Обеспечение прочностной, трибологической и параметрической надежности на примере различных технических систем. Методы обеспечения надежности на стадиях жизненного цикла изделия.</p> <p><i>Методы повышения и управления надежностью технических систем.</i></p> <p>Общие направления повышения надежности. Методы повышения надежности на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации. Влияние методов и средств диагностики на надежность. Влияние системы технического обслуживания и ремонтов на надежность.</p>
--	----------------------------------	--

## 5.2. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых(последующих) дисциплин	№ разделов данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин			
		1	2	3	4
1	«Обеспечение безопасности машин при проектировании»	✓	✓	✓	✓
2	«Методы восстановления деталей и повышение надёжности»	✓	✓	✓	✓
3	«Методы повышения надёжности и безопасности машин»	✓	✓	✓	✓

## 5.2. Разделы дисциплины и виды занятий (в часах)

### Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	ЭКЗ	Всего часов
1	Проблема надежности и безопасности технических систем. Основные характеристики надежности.	10	10	-	14	6	40
2	Расчётные методы оценки надежности	10	10	-	16	8	44
3	Экспериментальные методы оценки надежности	6	6	-	9	6	27
4	Методы обоснования и обеспечения надежности	8	8	-	10	7	33
<b>Итого</b>		<b>34</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>49</b>	<b>27</b>	<b>144</b>

## 6. Лекции, практические занятия, лабораторные работы.

### 6.1. Лекции

#### Тематика лекций и их трудоемкость

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лекций	Трудоемкость (час.)
1	1	Проблема надежности и безопасности технических систем и их элементов	2
2		Основные понятия и определения в надежности. Классификация и анализ причин отказов.	2
3		Математическое модели параметров объектов и внешних воздействий в задачах надежности.	2
4		Показатели надежности невосстанавливаемых объектов	2
5		Показатели надежности восстанавливаемых объектов.	2
6	2	Модели отказов.	2
7		Расчеты надежности (основные положения). Прогнозирование надежности	2
8		Расчеты прочностной надежности элементов технических систем	2
9		Расчеты трибологической надежности элементов технических систем	2

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лекций	Трудоем- кость (час.)
10		Расчеты надежности технических систем на ос- нове структурных схем	2
11	3	Параметрическая надежность технических си- стем	2
12		Определение надежности по данным об отказах в эксплуатации	2
13		Испытания на надежность.	2
14	4	Оптимизация и нормирование надежности	2
15		Контроль надежности и безопасность техниче- ских систем	2
16		Методы обеспечения надежности технических си- стем	2
17		Методы повышения и управления надежностью технических систем	2
Итого			34

### Практические занятия

#### Тематика практических занятий и их трудоемкость

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час.)
1	2	Расчет надежности при внезапных отказах с использованием теории выбросов случайных процессов	2
2	2	Расчет надежности при внезапных отказах с использованием распределения абсолютного максимума случайного процесса воздействий	2
3	2	Расчет надежности при внезапных отказах и однократном нагружении на основе модели «нагрузка-сопротивление»	2
4	2	Расчет надежности технических систем на основе структурных блок-схем. Резервирование как способ повышения надежности	2
5	2	Расчет прочностной надежности при внезапных отказах	2
6	2	Расчет прочностной надежности при постепенных отказах от усталости по критерию трещинообразования при регулярном нагружении	2
7	2	Расчет прочностной надежности при посте-	2

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час.)
		пленных отказах от усталости по критерию трещинообразования на основе скорректированной линейной модели накопления повреждений и вторичной кривой усталости	
8	2	Расчет прочностной надежности при постепенных отказах от усталости по критерию трещинообразования на основе модели постепенного снижения предела выносливости	2
9	2	Расчет трибологической надежности по критерию усталостного выкрашивания	2
10	2	Расчет трибологической надежности по критерию схватывания	2
11	2	Расчет трибологической надежности по критерию абразивного износа	2
12	3	Расчет параметрической надежности технических систем с использованием теории выбросов случайных процессов	2
13	3	Расчет показателей безотказности и долговечности невосстанавливаемых объектов по результатам полных и неполных наблюдений	2
14	3	Расчет показателей ремонтпригодности и сохраняемости по результатам полных и неполных наблюдений	2
15	3	Планирование испытаний на надёжность. Построение планов определительных испытаний	2
16	4	Расчет оптимального уровня надежности по различным критериям	2
17	4	Оценка нормативного уровня надежности	2
<b>Итого</b>			<b>34</b>

## 6.2. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом.

## 6.4. Образовательные технологии

В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:



<b>Лекции:</b> проводятся в форме мастер-класса преподавателя для соответствующей группы студентов; используются опорные конспекты (системы слайдов), доводимые до аудитории с помощью мультимедийного оборудования
<b>Практические занятия:</b> проводятся в форме мастер-класса преподавателя для соответствующей группы студентов; используется контекстное обучение с привязкой разбираемых примеров к реальным конструкциям и условиям их работы
<b>Самостоятельная работа студентов:</b> при проведении самостоятельной работы студенты имеют доступ в лабораторию вычислительной техники кафедры ДМ с выходом в сеть «Интернет», а также к электронно-библиотечной системе университета
<b>Консультации:</b> проводятся в форме дискуссии «учебная группа – преподаватель»
<b>Экзамен:</b> устно-письменный, проводится по билетам;

## 7. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	№ раздела дисциплины	Вид самостоятельной работы
1	1	Изучение конспекта лекций; работа с литературой; подготовка к практическим
2	2	Изучение конспекта лекций; работа с литературой; подготовка к практическим
3	3	Изучение конспекта лекций; работа с литературой; подготовка к практическим
4	4	Изучение конспекта лекций; работа с литературой; подготовка к практическим занятиям
5	1-4	Выполнение курсовой работы
6	1-4	Подготовка к экзамену

### Темы курсовой работы по основам теории надёжности

Примерный перечень тем для курсовой работы.

1. Оценка и прогнозирование надёжности механических приводов по заданным конструкциям.
2. Сбор и обработка статистических данных по износным отказам элементов механических приводов.
3. Схемный анализ надёжности механических приводов по заданным конструкциям.
4. Анализ и прогнозирование надёжности при наличии отказов нескольких типов
5. Методы проверки принятия гипотез о законах распределения наработки объекта.
6. Исследование математических моделей отказов машин и конструкций.
7. Исследование математических моделей накопления повреждений в приводах машин.
8. Прогнозирование показателей безопасности и риска транспортной машины

ны.

9. Прогнозирование остаточного ресурса машин и конструкций.
10. Планирование испытаний машин и их элементов на надежность.
11. Оценка влияния изменения кинематических параметров механических узлов и агрегатов на надежность при износе.
12. Оценка влияния изменения динамических параметров механических узлов и агрегатов на надежность при износе
13. Оценка надежности в зависимости от сложности механической системы.
14. Управление показателями надежности резервных элементов в схемах с резервированием.
15. Планирование эксплуатационного обслуживания машин.
16. Планирование приемочных испытаний машин.
17. Методы обеспечения надежности машин на этапе проектирования.
18. Методы обеспечения надежности машин на этапе производства.
19. Методы обеспечения надежности машин на этапе эксплуатации.
20. Статистические методы контроля качества машин.
21. Сбор и обработка информации по надежности машин.
22. Испытание механических передач на надежность.
23. Определение потребности в запчастях.
24. Методы обеспечения надежности механических приводов машин
25. Расчетная оценка характеристик ремонтпригодности машин и их элементов.

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

### **8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю):**

1. Болотин В.В. Ресурс машин и конструкций. - М.: Машиностроение, 1990.- 448 с. - [2].
2. Хазов Б.Ф., Дидусев Б.А. Справочник по расчету надежности машин на стадии проектирования. - М., Машиностроение, 1986. - 224 с. - [2].
3. Труханов В. М. Надежность в технике. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ООО ИД «Спектр», 2017. - 656 с. - [2].
4. Лисунов Е.А. Практикум по надежности технических систем: Учеб. пос. 2-е изд., испр. и доп. - СПб : Лань, 2015. - 240 с. - [1].

### **8.2. Перечень основной, дополнительной и справочной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины:**

#### *а) основная литература:*

1. Острейковский В.А. Теория надежности: Учебник для вузов. - М.: Высш.школа, 2003. - 459 с. - [2].
2. Яхьяев Н.Я., Кораблин А.В Основы теории надежности и диагностика: учеб. для студ. вузов. - М.: Академия, 2009. - 256 с. - [2].
3. Малафеев С.И., Копейкин А.И. Надежность технических систем. При-

меры и задачи.: Учеб, пособие. - С-Пб.: Изд-во «Лань», 2011. - 320 с. - [2].

*б) дополнительная литература:*

1. Машиностроение. Энциклопедия в 40 томах. Раздел 4. Расчет и конструирование машин. Том 4-3. Надежность машин. - М.: Машиностроение, 2003. - 592 с. - [2].

2. Решетов Д.Н., Иванов А.С., Фадеев В.З. Надежность машин: Учеб, пособие. - М.: Высш. школа, 1988. - 238 с. - [5].

3. Гусев А.С. Вероятностные методы в механике машин и конструкций: Учеб. пособие, М.: МГТУ, 2009. - 224 с. - [2].

4. Гусенков А.П., Нахапетян А.П. Методы и средства обеспечения надежности машин. Прочность, долговечность, диагностика. - М.: Наука, 1993. - 238 с. - [1].

5. Проников А.С. Надежность машин. - М.: Машиностроение, 1978. - 592 с. - [3].

6. Капур К., Ламберсон Л. Надежность и проектирование систем. - М.: Мир, 1980. - 606 с. - [2].

7. Надежность машиностроительной продукции. Практическое руководство по нормированию, подтверждению и обеспечению. - М.: Изд. стандартов, 1990. - 328 с. - [1].

8. Кубарев А.И. Надежность в машиностроении. - М.: Изд-во стандартов, 1989. - 224 с. - [3].

9. Кугель Р.В. Испытания на надежность машин и их элементов. - М.: Машиностроение, 1982. - 181 с. - [1].

10. Труханов В.М. Надежность технических систем. - М.: Машиностроение - 1, 2008. - 584 с. - [1].

11. Безопасность и надежность технических систем: Учеб, пособие /Александровская Л.Н., Аронов И.З., Круглов В.И., Кузнецов А.Г. - М.: Москва: ЛОГОС, 2008. -375 с. - [2].

12. Труханов В.М. Надежность изделий машиностроения. Теория и практика.- М.: Машиностроение, 1996. - 336 с. - [2].

13. Гнеденко, Б. В. Математические методы в теории надежности. Основные характеристики надежности и их статистический анализ / Б. В. Гнеденко, Ю. К. Беляев, А. Д. Соловьев. - М. : Либроком, 2013. - 584 с.

*в) справочная литература*

1. Надежность технических систем: Справочник / Ю.К. Беляев, В.А. Богатырев, В.В. Болотин и др.; Под ред. И.А. Ушакова. - М.: Радио и связь, 1985. - 608 с. - [2].

2. Надежность и эффективность в технике: Справочник: В 10 т. Ред. совет: В.С. Авдусевский (пред.,) и др. - М.: Машиностроение, 1988. - [1].

3. Стандарты и руководящие документы по надежности в технике (ГОСТ 27.002-89, ГОСТ 27.003-90, ГОСТ 27.502-83, ГОСТ 27.401-84, РД 50-690-89, РД 50-424-83, РД 50-650-87, РД 50-109-89, РД 50-514-84, РД 50-109-89)

4. ГОСТ Р 27.001–2009. Надежность в технике. Модели отказов. - М.: Стандартинформ, 2010. - 16 с.

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

*Перечень используемых помещений и аудиторий:*

Лекционная аудитория кафедры «ДМ»;

Специализированные аудитории с установленным лабораторным оборудованием кафедры «ДМ» (ауд. 254, 258, 114).

*Перечень необходимого компьютерного и мультимедийного оборудования:*

1. Ноутбук или ПК с подключенным проектором, установленным в лекционной аудитории для проведения лекций.
2. Интерактивная доска в лекционной аудитории.

## **10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

### **10.1. Методические рекомендации для преподавателей**

При чтении лекций должны решаться следующие задачи:

- доступное изложение всех материалов по данной дисциплине согласно рабочей программе;
- создание заинтересованности студентов тематикой данной дисциплины и развитие интереса к самостоятельной работе над учебной и научной литературой.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие темы и увязка её с практическим применением машин в производстве.

При чтении лекций целесообразно использовать опорные конспекты (систему слайдов с наглядными изображениями и тезисами лекций).

При проведении практических занятий решаются следующие задачи:

- расширение и углубление знаний, приобретенных студентами на лекциях;
- выработка навыков в выполнении расчетов на надежность механизмов, машин, конструкций и оборудования;
- контроль знаний и навыков студентов при решении практических задач по дисциплине;
- выработка у студентов умений анализировать полученные результаты;
- контроль самостоятельной работы студентов по освоению дисциплины;
- выработка у студентов навыков профессиональной деятельности при работе в составе группы, решающей конкретные количественные задачи.

### **10.2. Методические рекомендации для обучающихся.**

Подготовку студентов по дисциплине можно разбить на несколько этапов:

- работа с конспектом лекций;
- подготовка к практическим занятиям;
- выполнение курсовой работы;
- подготовка к экзамену.

При работе с конспектом лекций удобно пользоваться следующим алгоритмом:

1. Изучить по рекомендуемой литературе материалы с тематикой прочитанной лекции и сравнить их со своими конспектами;
2. Самостоятельно разобраться с разделом, который не успели записать на лекции, или отведенным на самостоятельное изучение;
3. В случае непонимания материала – сформировать вопросы и обратиться к преподавателю.

При подготовке к практическим занятиям необходимо обязательно прорабатывать конспект лекций по соответствующим темам. При подготовке к контрольным работам повторяются проработанные на практических занятиях задачи и теоретические вопросы по соответствующим разделам.

При выполнении курсовой работы необходимо следовать требованиям и рекомендациям руководителя, регулярно посещать консультации, выполнять этапы курсовой работы в соответствии с графиком.

При подготовке к экзамену необходимо, прежде всего, проработать конспект лекций по темам дисциплины, понять их суть, выводы, ответить на контрольные вопросы. Возникающие вопросы задать преподавателю на консультациях. Повторить практические занятия, проработать решения типовых задач, разобранных на них.

## 11. Фонд оценочных средств

### 11.1. Этапы формирования компетенций

Этапы формирования компетенций (разделы дисциплины)	Показатель освоения (коды)					
	ПК-12			ПК-13		
	Р1	Р2	Р3	Р1	Р2	Р3
Проблема надежности и безопасности технических систем. Основные характеристики надежности.	+	+	+	+	+	+
Расчётные методы оценки надежности	+	+	+	+	+	+
Экспериментальные методы оценки надежности	+	+	+	+	+	+
Методы обоснования и обеспечения надежности	+	+	+	+	+	+

### 11.2. Индексированные показатели и критерии оценивания результатов

Код компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Показатель освоения	Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточного контроля
Профессиональные компетенции (ПК)				
ПК-12	Готовность участвовать в проектировании машин и конструкций с целью обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин	<b>Р1 – знает</b> методы обеспечения уровней надежности и износостойкости узлов и деталей машин;	Задачи для контрольных работ. Тест.	Вопросы к защите курсовой работы. Экзаменационные вопросы №1-35. Задачи к экзамену №1-20
		<b>Р2 – умеет</b> применять общие принципы проектирования машин и конструкций по критериям прочности, устойчивости, долговечности и безопасности по заданным выходным параметрам;	Задачи для контрольных работ. Тест	Вопросы к защите курсовой работы. Экзаменационные вопросы №1-35. Задачи к экзамену №1-35
		<b>Р3 – владеет</b> навыками применения методов теории надежности для обеспечения заданного уровня надежности и износостойкости узлов и деталей машин работы в соответствии с нормативно-технической документацией.	Задачи для контрольных работ. Тест	Вопросы к защите курсовой работы. Экзаменационные вопросы №1-35. Задачи к экзамену №1-35

Код компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Показатель освоения	Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточного контроля
ПК-13	Готовность участвовать в работах по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы	<b>Р1 – знает</b> общие принципы технико-экономического обоснования проектируемых машин и конструкций;	Задачи для контрольных работ. Тест	Вопросы к защите курсовой работы. Экзаменационные вопросы №1-35. Задачи к экзамену №1-35
		<b>Р2 – умеет</b> выполнять технико-экономическое обоснование уровня надежности проектируемых машин и конструкций;	Задачи для контрольных работ. Тест	Вопросы к защите курсовой работы. Экзаменационные вопросы №1-35. Задачи к экзамену №1-35
		<b>Р3 – владеет</b> навыками технико-экономического обоснования уровня надежности проектируемых машин и конструкций, работы с соответствующей нормативно-технической документацией по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы.	Задачи для контрольных работ. Тест	Вопросы к защите курсового проекта №1-34, Задачи к экзамену №1-35

### 11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

#### **Шкала оценивания**

Согласно Положению о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов уровень усвоения студентом учебного материала определяется экзаменационными оценками *«отлично»*, *«хорошо»*, *«удовлетворительно»*, *«неудовлетворительно»*.

#### **Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций**

Согласно Положению о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов экзаменационную оценку *«отлично»*, заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные учебной программой, изучивший основную и знакомый с дополнительной литературой. Во время экзамена студент должен подробно ответить на два теоретических вопроса билета и правильно решить задачу. При защите курсовой работы студент должен корректно ответить на все заданные ему в рамках защиты вопросы.

Экзаменационную оценку *«хорошо»* заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполнивший предусмотренные учебной программой задания, изучивший основную литературу. Во время экзамена студент должен подробно ответить на один из двух теоретических вопросов билета и частично на другой, правильно решить задачу. При защите курсовок работы студент должен корректно ответить на 80% заданных ему в рамках защиты вопросов.

Экзаменационную оценку *«удовлетворительно»* заслуживает студент, обнаруживший знание основного учебного материала в полном объеме, необходимом для дальнейшей учебы и работы по профессии, выполнивший предусмотренные учебной программой задания, знакомый с основной литературой. Во время экзамена студент должен подробно ответить либо на один теоретический вопрос билета, либо частично на оба вопроса. При защите курсовой работы студент должен корректно ответить на 60% заданных ему в рамках защиты вопросов.

Экзаменационную оценку *«неудовлетворительно»* заслуживает студент, обнаруживший пробелы в знаниях основного учебного материала, допустивший принципиальные ошибки в терминологии, в понимании теоретических основ и при выполнении предусмотренных программой заданий. Во время экзамена студент частично отвечает только на один вопрос билета. При защите курсовой работы студент корректно отвечает менее чем на 60% заданных ему в рамках защиты вопросов.

**Процедура промежуточной аттестации** – устно-письменный экзамен по билетам; защита курсовой работы.



## Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации

### Вопросы к экзамену по дисциплине

1. Основные понятия и определения в надежности технических систем и их элементов. Классификация отказов, их систематизация и анализ причинно-следственных связей.
2. Показатели безотказности долговечности невосстанавливаемых объектов, их статистические и вероятностные оценки по результатам полных наблюдений.
3. Показатели безотказности и долговечности невосстанавливаемых объектов, их статистические и вероятностные оценки по результатам сокращенных наблюдений.
4. Показатели надежности восстанавливаемых объектов, их статистические и вероятностные оценки. Поток отказов и его свойства. Пуассоновский поток отказов.
5. Ремонтпригодность и сохраняемость объектов. Показатели ремонтпригодности и сохраняемости, их вероятностные и статистические оценки.
6. Готовность объектов. Показатель готовности и его оценка.
7. Математическое описание параметров объектов и внешних воздействий в задачах надежности. Выбросы случайных процессов. Оценка среднего числа выбросов стационарного гауссовского случайного процесса.
8. Математическое описание параметров объектов и внешних воздействий в задачах надежности. Распределение абсолютного максимума стационарного гауссовского случайного процесса воздействий.
9. Модели внезапных отказов. Экспоненциальный закон надежности.
10. Модели постепенных отказов. Типичные функции распределения наработки до постепенных отказов.
11. Расчет надежности при внезапных отказах с использованием теории выбросов случайных процессов.
12. Расчет надежности при внезапных отказах с использованием распределения абсолютного максимума случайного процесса воздействий.
13. Расчет надежности при внезапных отказах и однократном нагружении на основе модели «нагрузка-сопротивление».
14. Оценка параметров распределения наработки до отказа (метод моментов, метод максимального правдоподобия) по результатам полных и сокращенных наблюдений.
15. Расчет надежности технических систем на основе структурных блок-схем. Резервирование как способ повышения надежности.
16. Расчет прочностной надежности при внезапных отказах.
17. Расчет прочностной надежности при постепенных отказах от усталости по критерию трещинообразования при регулярном нагружении.
18. Расчет прочностной надежности при постепенных отказах от усталости по критерию трещинообразования на основе скорректированной линейной модели накопления повреждений и вторичной кривой усталости.

19. Расчет прочностной надежности при постепенных отказах от усталости по критерию трещинообразования в форме вычислительного эксперимента.

20. Расчет прочностной надежности при постепенных отказах от усталости по критерию трещинообразования на основе модели постепенного снижения предела выносливости.

21. Расчет надежности при совместном действии внезапных и постепенных отказов.

22. Расчет трибологической надежности по критерию усталостного выкрашивания.

23. Расчет трибологической надежности по критерию схватывания.

24. Расчет трибологической надежности по критерию абразивного износа.

25. Параметрическая надежность технических систем (основные понятия, причины случайных колебаний, виды границ и математические модели выходного параметра системы).

26. Расчет параметрической надежности технических систем с использованием теории выбросов случайных процессов.

27. . Эксплуатационная надежность. Виды эксплуатации. Методы сбора информации и анализа данных об отказах.

28. Оптимизация надежности (постановка задачи, целевые функции, ограничения).

29. Испытания на надежность. Задачи и виды испытаний. Планирование определительных испытаний.

30. Контрольные испытания на надежность. Риск потребителя и изготовителя. Оперативная характеристика плана испытаний.

31. Контрольные испытания на надежность. Одноступенчатый контроль надежности.

32. Контрольные испытания на надежность. Контроль надежности методом последовательных испытаний.

33. Определительные и контрольные испытания на надежность по критерию усталостного разрушения.

34. Методы повышения прочностной надежности элементов технических систем.

35. Методы повышения трибологической надежности элементов технических систем.

### **Задачи к экзамену по дисциплине**

1. За время 1000 час эксплуатации в системе зафиксировано 4 отказа. Время восстановления после каждого отказа 1 ч, 1,5 ч, 0,5 ч, 1,2 ч. В процессе эксплуатации проводились профилактические работы продолжительностью 10 часов. Определить коэффициент оперативной готовности, коэффициент технического использования.

2. На испытание поставлено 1000 реле. За 2000 часов отказало 80 реле, которые немедленно были заменены новыми. Определить параметр потока отказов, вероятность безотказной работы на  $t = 2000$  часов.

3. На восстановление было поставлено 200 реле. Ремонт реле проводился одновременно. За 3 часа отремонтировано 40 реле. Определить вероятность восстановления.

4. В ходе испытаний 1000 усилителей в течение 500 час произошло 2 отказа. Восстановление отказавших усилителей производилось мгновенно. Определить параметр потока отказов, наработку на отказ, вероятность безотказной работы.

5. Производилось наблюдение за работой трех экземпляров однотипной аппаратуры. За период наблюдения было зафиксировано по первому экземпляру 6 отказов, по второму и третьему - 11 и 8 отказов соответственно. Нарботка первого экземпляра составила 181 ч, второго - 329 ч и третьего 245 ч. Требуется определить среднюю наработку аппаратуры до отказа.

6. Система состоит из 5 приборов, причем отказ любого одного из них ведет к отказу системы. Известно, что первый прибор отказал 34 раза в течение 952 ч работы, второй — 24 раза в течение 960 ч работы, а остальные приборы в течение 210 часов работы отказали 4, 6 и 5 раз соответственно. Требуется определить наработку до отказа системы в целом, если справедлив экспоненциальный закон надежности для каждого из пяти приборов.

7. На испытание поставлено 400 изделий. За время  $t = 3000$  ч отказало 200 изделий, за интервал времени  $\Delta t = 100$  ч отказало 100 изделий. Требуется определить вероятность безотказной работы за 3000 ч, 3100 ч, 3050 ч; частоту отказов и интенсивность отказов за 3050 ч.

8. Система состоит из трех приборов А, В и С. На испытание было поставлено 100 приборов каждого типа. За 100 ч работы приборы типа А отказали 10 шт., приборы типа В - 20 шт. и приборы С - 50 шт. Определить вероятность безотказной работы каждого прибора, частоту отказов и интенсивность отказов. Интенсивность отказов изделия  $\lambda = 0,82 \cdot 10^{-3} \text{ 1/ч} = \text{const}$ . Необходимо найти вероятность безотказной работы в течение 6 ч полета самолета  $P(6)$ , частоту отказов  $\alpha(100)$  при  $t = 100$  ч и среднюю наработку до первого отказа.

9. Вероятность безотказной работы автоматической линии изготовления цилиндров автомобильного двигателя в течение 120 ч равна 0,9. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется рассчитать интенсивность отказов и частоту отказов линии для момента времени 120 ч.

10. Аппаратура состоит из 2000 элементов, интенсивность отказов которых  $\lambda = 0,33 \cdot 10^{-5} \text{ 1/ч}$ . Необходимо определить вероятность безотказной работы аппаратуры в течение времени  $t = 200$  часов и среднюю наработку до первого отказа. Для элементов справедлив экспоненциальный закон надежности.

11. В изделии могут быть использованы только те элементы, интенсивность отказов которых равна  $\lambda = 1 \cdot 10^{-5} \text{ ч}^{-1}$ . Изделие имеет число элементов  $N=500$ . Требуется определить среднюю наработку до первого отказа и вероятность безотказной работы в конце первого часа.

12. Система состоит из трех приборов А, В и С, причем отказ любого прибора ведет к отказу системы. На испытание было поставлено 100 приборов каждого типа. За 100 часов работы приборы типа А отказали 10 шт., приборы

В - 20 шт. и приборы С - 50 шт. Определить наработку до отказа системы в целом, если для приборов каждого типа справедлив экспоненциальный закон надежности.

13. Техническая система управления состоит из 6000 приборов с одинаковой интенсивностью отказов. Средняя наработка до отказа системы управления составляет 600 ч. Требуется рассчитать вероятность отказа одного прибора за 10 часов непрерывной работы. Справедлив экспоненциальный закон надежности.

14. Система имеет кратность общего резервирования  $m=5$ . Основная нерезервированная система содержит четыре равнонадежных элемента с логически последовательным соединением. Интенсивность отказа одного элемента  $\lambda=0,2 \cdot 10^{-3}$  (1/ч). Определить характеристики надежности системы за 1000 ч работы.

15. Интенсивность отказов изделия  $\lambda = 0,016$  1/ч. Для повышения надежности имеется возможность либо облегчить режимы работы элементов и тем самым снизить интенсивность отказов изделия вдвое, либо дублировать изделие при постоянно включенном резерве без облегчения режимов работы элементов. Какой способ более целесообразен, если надежность изделия оценивать средней наработкой до первого отказа?

16. Вероятность безотказной работы вычислительного устройства  $p=0,6$ . Какое число устройств следует иметь в «горячем резерве», чтобы результирующее значение вероятности отказа резервированной системы не превышало  $10^{-2}$ .

17. Средний ресурс работы тормозных накладок  $L_{cp} = 15$  тыс. км, а среднеквадратичное отклонение распределения ресурсов  $= 5$  тыс. км. Одновременно включено в эксплуатацию  $N = 100$  шт. деталей. Определить, сколько деталей будет в работоспособном состоянии при пробегах поочередно равных 20 и 30 тыс. км.

18. Время работы изделия подчинено нормальному закону с параметрами  $m_t = 8000$  час.,  $\sigma_t = 1000$  час. Требуется вычислить количественные характеристики надежности  $p(t)$ ,  $f(t)$ ,  $\lambda(t)$ ,  $m_t$  для  $t=8000$  час.

19. Время безотказной работы прибора подчинено закону Релея с параметром  $\sigma_t = 1860$  час. Требуется вычислить  $P(t)$ ,  $f(t)$ ,  $\lambda(t)$  для  $t = 1000$  час и среднее время безотказной работы прибора.

20. Время исправной работы скоростных шарикоподшипников подчинено закону Вейбулла с параметрами  $k=2,6$ ;  $a=1,65 \cdot 10^{-7}$  1/час. Требуется вычислить количественные характеристики надежности  $P(t)$ ,  $f(t)$ ,  $\lambda(t)$  для  $t=150$  час и среднее время безотказной работы шарикоподшипников.

21. Каландр состоит из следующих элементов: корпус, электропривод, три вала и шесть подшипников. Через год работы вероятность отказов привода составила  $Q_1 = 0,05$ , валков  $Q_2 = 0,12$ , подшипников  $Q_3 = 0,02,77$ , корпуса  $Q_4 = 0,01$ . Определить надежность каландра к концу второго года, если у всех четырех типов элементов вероятность безотказной работы подчиняется экспоненциальному закону.

22. Технологическая линия состоит из четырех машин – двух дробилок, смесителя и мельницы. Вторая дробилка является нагруженным резервом для

первого. Определить надежность работы технологической линии, если надежность машин на данный момент времени составляет соответственно: дробилок - 0,98 и 0,92; смесителя - 0,95 и мельницы - 0,89.

23. Оценить 90%-й ресурс поршневого пресса, если его долговечность ограничена по износу, а ресурс по износу подчиняется нормальному распределению с параметрами: среднее квадратическое отклонение  $S_t = 6 \cdot 10^3$  ч; коэффициент вариации  $V_t = 0,6$ . Оценить вероятность безотказной работы вала машины в течение  $t = 1,5 \cdot 10^4$  ч, если внезапные (случайные) повреждения определяются параметром интенсивности отказов  $\lambda = 5 \cdot 10^{-5}$  ч<sup>-1</sup>, а ресурс от усталостных повреждений подчиняется нормальному распределению с параметрами: математическое ожидание  $m' = 5 \cdot 10^4$  ч; среднее квадратическое отклонение  $S_t = 2 \cdot 10^4$  ч. Построить графики функций надежности от каждого вида отказов и от их совместного действия.

24. Определить коэффициент технического использования оборудования, если параметр потока отказов стационарен и равен  $\omega = 3,3 \cdot 10^{-5}$  ч<sup>-1</sup>, а средние значения времени простоя и ремонта соответственно составляют  $t_{пр} = 50$  ч;  $t_{рем} = 280$  ч.

25. Испытания выявили, что ресурс приводов виброгрохота подчиняется нормальному закону распределения с параметрами:  $m_t = 30$  млн. циклов;  $S_t = 5$  млн. циклов. Частота колебаний виброгрохота равна 5 Гц, режим работы — непрерывный. Найдите надежность привода и интенсивность его отказов при наработке, равной 2 мес. Как часто надо заменять привод виброгрохота, если вероятность его отказа не должна превышать 5 % ?

26. За время эксплуатации системы произошло 4 отказа. После каждого отказа проводилось восстановление длительностью 1,2 ч, 2,0 ч, 1,5 ч, 1,8 ч. Определить среднее время восстановления, параметр потока восстановлений, вероятность восстановления за 10 час.

27. За календарную продолжительность работы объекта 15000 ч зафиксировано 3 отказа. После каждого отказа проводилось восстановление длительностью 2 ч; 2,5 ч; 2,2 ч. Определить коэффициент готовности, коэффициент простоя, время простоя объекта.

28. Параметр потока отказов объекта  $2 \cdot 10^{-4}$  ч<sup>-1</sup>, параметр потока восстановлений 0,4, длительность профилактического обслуживания 10 час. Определить коэффициент технического использования.

29. За время 1000 час эксплуатации в системе зафиксировано 4 отказа. Время восстановления после каждого отказа 1 ч, 1,5 ч, 0,5 ч, 1,2 ч. В процессе эксплуатации проводились профилактические работы продолжительностью 10 часов. Определить коэффициент оперативной готовности, коэффициент технического использования.

30. В системе производится эксплуатация одного элемента, имеющего интенсивность отказов равную  $\lambda = 0,2 \cdot 10^{-2}$  ч<sup>-1</sup>. Предполагаемое время пополнения ЗИП составляет  $t_{п} = 100$  ч. Требуется определить необходимое количество элементов в ЗИП для обеспечения надежности участка системы с основным элементом не ниже  $P(t) = 0,995$ .

31. Сменный вкладыш возвратно-поступательной пары трения, работающий в режиме высоких температурных и механических нагрузок, имеет средний срок службы 100 ч со средним квадратичным отклонением 20 ч. Продолжительность работы машины до капитального ремонта 8000 ч. Какого количества запасных вкладышей будет достаточно с вероятностью 0,95 и с вероятностью 0,99? Процесс смены вкладышей считать очень коротким.

32. С конструктивной точки зрения для крепления венца шкива к ступице достаточно 4-х болтов М8. Однако шкив был изготовлен с 6-ю болтами М8. Какова вероятность гарантированного крепления венца, если вероятность самораскручивания и выпадения болта составляет 0,001? Принять, что взаимное расположение работоспособных болтов не влияет на прочность конструкции.

33. Система вытяжной вентиляции цеха по производительности может обеспечиваться одним вентилятором, однако для повышения надежности установлено три одинаковых вентилятора, два из которых представляют собой "холодный" резерв. Какой должна быть вероятность безотказной работы вентиляторов, если вероятность отказа системы не должна превышать 0,0001

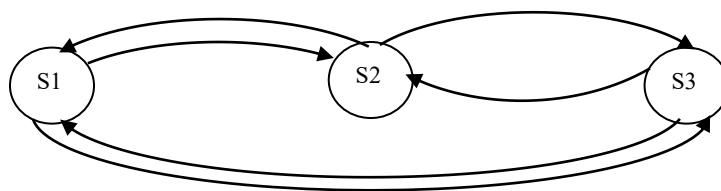
34. Система вытяжной вентиляции цеха по производительности может обеспечиваться одним вентилятором, однако для повышения надежности установлено несколько дополнительных вентиляторов, являющихся "горячим" резервом (производительность регулируется изменением сопротивления вытяжных трубопроводов). Определить глубину резервирования, если вероятность отказа системы не должна превышать 0,0001, а надежность одного вентилятора 0,94.

35. Технологическая линия состоит из четырех машин – двух дробилок, смесителя и мельницы. Вторая дробилка является нагруженным резервом для первой. Определить надежность работы технологической линии, если надежность машин на данный момент времени составляет соответственно: дробилок - 0,98 и 0,92; смесителя - 0,95 и мельницы - 0,89.

### Типовые задачи для контрольных работ

1. Вероятность безотказной работы преобразователя в течение 1000 ч. равна 0,95. Для повышения надежности имеется такой же преобразователь, который включается в работу при отказе первого. Требуется рассчитать вероятность безотказной работы такой системы в течение 2000 часов.

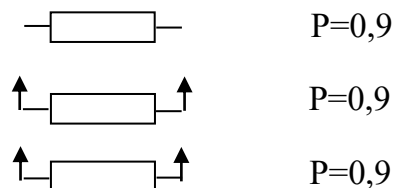
2. Записать в общем виде уравнения Колмогорова для системы, граф состояний которой показан на рис. ( $\lambda_{ij}(t)$  – интенсивность перехода из состояния  $S_i$  в состояние  $S_j$ ).



3. Запишите формулу зависимости частоты отказа от времени  $f(t)$  для экспоненциального закона надежности. Изобразите графически зависимость  $f(t)$ .

4. Найти вероятность безотказной работы системы за 200 часов работы, в которой использовано общее резервирование замещением. Известны вероятности безотказной работы элементов системы за 100 часов работы.

Справедлив экспоненциальный закон надежности.



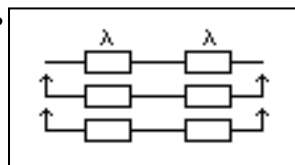
5. Система состоит из трех устройств. Вероятность безотказной работы каждого устройства в течение времени  $t=100$ ч равна:  $P_1(100)=0,95$ ;  $P_2(100)=0,96$ ;  $P_3(100)=0,97$ . Справедлив экспоненциальный закон надежности. Определить среднюю наработку до первого отказа системы.

6. Одно из уравнений Колмогорова имеет вид:

$$\frac{dP_0(t)}{dt} = \lambda_1 P_1(t) + \lambda_2 P_2(t).$$

Укажите, что означают все входящие в него параметры.

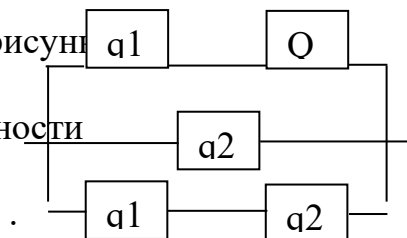
7. Система состоит из 2-х одинаковых элементов. Интенсивность отказа каждого элемента  $\lambda=0,5 \cdot 10^{-3}$  1/ч=const. Система имеет двухкратный “холодный” резерв. Определить вероятность безотказной работы системы за 1 час времени работы с учетом резервирования (см. рис.).



8. Коэффициент готовности изделия  $K_r=0,9$ . Среднее время восстановления  $T_v=100$  ч. Найти вероятность безотказной работы устройства за 10 ч, если справедлив экспоненциальный закон надежности для параметров  $\lambda$  и  $\mu$ .

9. Изобразите дублированную структуру микропроцессорной системы и напишите функцию истинности для элемента сравнения.

10. Схема расчета надежности приведена на рисунке. Определить среднее время наработки до первого отказа системы, если известны вероятности отказов его элементов за 1000 часов работы:  $q_1=0,05$ ;  $q_2=0,1$ .



11. Система состоит из 2-х устройств. Вероятность безотказной работы каждого устройства в течение времени  $t=100$ ч равна  $P_1(100)=0,9$ ;  $P_2(100)=0,8$ . Справедлив экспоненциальный закон надежности. Определить вероятность безотказной работы системы за 200ч работы.

12. Аппаратура имела среднюю наработку до отказа  $t_{cp}=20$ ч и среднее время восстановления  $t_v=1$ ч. Определить коэффициент простоя  $K_n$  и вероят-

ность отказа системы за 1ч работы, если справедлив экспоненциальный закон надежности.

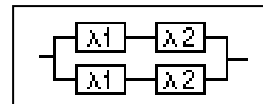
13. Схема расчета надежности изделия приведена на рисунке. Интенсивности

отказов элементов имеют значения  $\lambda_1 = \text{const} = 0,3 \cdot 10^{-3}$  1/ч;

$\lambda_2 = \text{const} = 0,7 \cdot 10^{-3}$  1/ч. Определить вероятность

безотказной работы

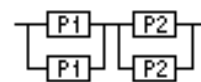
изделия в течение  $t=100$  ч работы



14. Система имеет кратность резервирования  $m=4/5$ . Какое минимальное количество устройств должно отказать, чтобы наступил отказ всей системы в целом. Дайте объяснение.

15. Система состоит из 3-х блоков, средняя наработка до первого отказа которых равна  $T_1=160$ ч;  $T_2=320$ ч;  $T_3=600$ ч. Для блоков справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется определить вероятность безотказной работы системы за 100 часов работы.

16. Определить вероятность отказа системы, схема надежности которой приведена на рис. При этом вся система в целом резервирована такой же системой в “горячем” резерве. Известны вероятности безотказной работы элементов:  $P_1=0,9$ ;  $P_2=0,8$ .



17. Система состоит из  $n$  одинаковых элементов. Средняя наработка на отказ одного элемента  $T_i=1000$ ч. Известно, что вероятность отказа системы в течение 100ч  $Q(100)=0,4$ . Справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется определить  $n$  (число элементов в системе).

18. Записать уравнение для вычисления вероятности безотказной работы резервированной системы, если используется абсолютно надежный мажоритарный элемент и система голосования “3 из 4”. Известна вероятность отказа  $q$  каждого элемента. Все элементы равнонадежны.

19. Вероятность безотказной работы вычислительного устройства  $P=0,6$ . Какое число устройств следует иметь в “горячем резерве”, чтобы результирующее значение вероятности отказа резервированной системы  $q$  не превышала  $10^{-2}$

20. Система состоит из 2х блоков, средняя наработка до первого отказа которых равна  $T_1=200$ ч;  $T_2=40$ ч. Для блоков справедлив экспоненциальный закон надежности. Определить вероятность отказа системы за 10 часов работы.

21. Найти вероятности безотказной работы системы, если вероятность безотказной работы элемента  $P=0,9$ . Для элемента применено резервирование с кратностью  $m=1/4$ .

22. На испытание поставлено 200 изделий. За первые 4000ч работы отказало 100 изделий, а за интервал 4000ч - 6000ч отказало еще 20 изделий. Определить частоту и интенсивность отказов изделия в промежутке 4000ч - 6000ч.

23. Найти вероятность безотказной работы системы, если вероятность отказа элемента  $P=0,3$ . Для элемента применено резервирование с кратностью  $m=1/3$ .



24. Устройство имеет кратность резервирования  $m=3/2$ . Вероятность безотказной работы элемента  $P=0,8$ . Определить вероятность отказа устройства. Все элементы равнонадежны.

25. Комплекс состоит из 3х систем. Известны вероятности безотказной работы каждой системы в течение 50ч, которые равны:  $P_1(50)=0,7$ ;  $P_2(50)=0,8$ ;  $P_3(50)=0,9$ . Справедлив экспоненциальный закон надежности. Определить вероятность безотказной работы комплекса в течение 100ч и среднее время наработки до отказа.

26. Система состоит из 3х приборов А, В и С, причем отказ любого прибора ведет к отказу системы. На испытание было поставлено 100 приборов каждого типа. За 100ч работы приборы типа А отказали 10шт., приборы В - 20шт. и приборы С - 50 шт. Определить наработку до отказа системы в целом, если для приборов каждого типа справедлив экспоненциальный закон надежности.

27. Система состоит из 3х одинаковых элементов и абсолютно надежного мажоритарного элемента с системой голосования “2 из 3”. Вероятность безотказной работы каждого элемента  $P=0,8$ . Определить вероятность безотказной работы системы.

28. Устройство имеет кратность резервирования  $m=6/3$ . Какое минимальное количество устройств должно отказать, чтобы система стала неработоспособной?

29. Система состоит из 3х последовательно соединенных элементов. Справедлив экспоненциальный закон надежности. Интенсивность отказа одного элемента  $\lambda=0,5 \cdot 10^{-2}$  1/ч. Коэффициент готовности системы в целом  $K_r=0,2$ . Определить среднее время восстановления системы и коэффициент простоя.

30. Как в общем случае рассчитать частоту отказа (плотность распределения)  $f(t)$ , если известна функция ненадежности  $Q(t)$ ?

### Тестовые задания для текущего контроля

#### Вариант задания

*Выберите один вариант правильного ответа.*

1. Наиболее сложным с точки зрения диагностики (выявления) является:

- 1) постепенный отказ
- 2) неявный отказ
- 3) полный отказ
- 4) частичный отказ

2. Установите соответствие определений для каждого из терминов надёжности. В ответе напротив каждой цифры напишите соответствующую букву.

**ОСНОВНЫЕ  
ТЕРМИНЫ**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ**

- 1) Долговечность    А) свойство прибора сохранять работоспособность в те-

чение заданного времени

- |                  |   |
|------------------|---|
| 2) Ресурс работы | Б) свойство прибора сохранять работоспособность до достижения им предельного состояния                        |
| 3) Срок службы   | В) наработка прибора в часах от момента начала эксплуатации до его отказа                                     |
| 4) Безотказность | Г) календарная продолжительность работы прибора от начала эксплуатации до достижения им предельного состояния |

Выберите один вариант правильного ответа.

3. Формула

$$P(t_i) = e^{-\lambda t_i},$$

где  $e$  – основание натурального логарифма ( $\approx 2,72$ ),

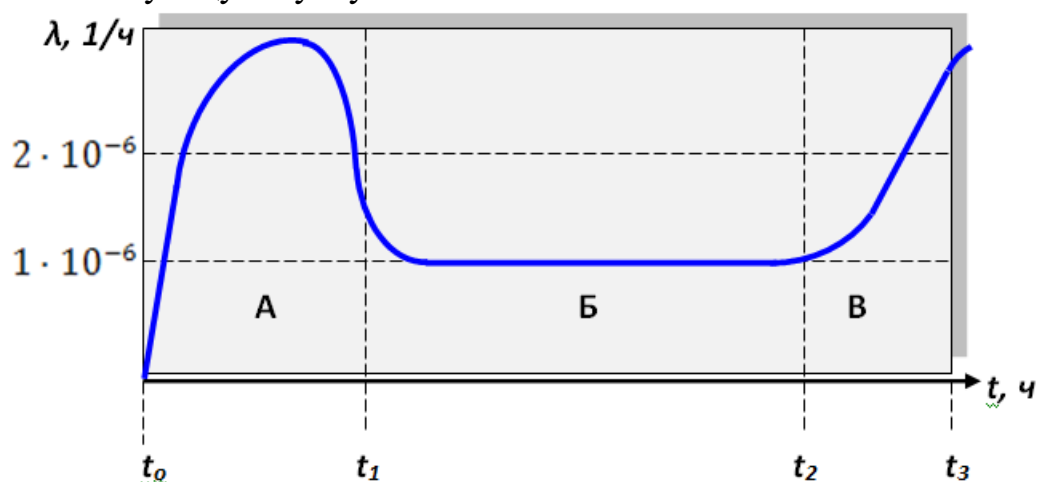
$\lambda$  – интенсивность отказа изделия (1/ч),

$t_i$  – заданное время работы (ч).

служит для определения:

- 1) вероятности безотказной работы прибора
- 2) вероятности отказа прибора
- 3) эксплуатационной надёжности

4. Укажите для каждого участка диаграммы интенсивности отказов соответствующие ему определения. В ответе напротив каждой цифры напишите соответствующую букву.



ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД	УЧАСТОК ДИАГРАММЫ
-------------------------	-------------------

- |                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 1) участок нормальной эксплуатации | А) |
| 2) участок приработки              | Б) |
| 3) участок старения                | В) |

Выберите один вариант правильного ответа.

5. К невосстанавливаемым изделиям не относятся:

- 1) приборы, устанавливаемые на управляемые снаряды
- 2) приборы, устанавливаемые на искусственные спутники Земли
- 3) приборы, устанавливаемые на орбитальные станции

*Выберите один вариант правильного ответа.*

6. Коэффициент готовности изделия определяется:

- 1) временем эксплуатации
- 2) во время простоя или ожидания
- 3) в произвольный момент времени

*Выберите один вариант правильного ответа.*

7. Авиационные приборы, устанавливаемые непосредственно на обшивку самолёта должны быть работоспособными при влажности воздуха:

- 1) до 70%
- 2) до 80%
- 3) до 90%
- 4) до 99%

*Выберите один вариант правильного ответа.*

8. Дестабилизирующим субъективным фактором в работе авиационного прибора не является:

- 1) старение, износ
- 2) нарушение технологии производства
- 3) низкое качество технического обслуживания
- 4) ненадёжные элементы

*Выберите один вариант правильного ответа.*

9. По статистическим данным наибольшее число отказов среди общего количества типовых элементов авиационной аппаратуры имеют:

- 1) микросхемы
- 2) полупроводниковые приборы (диоды и транзисторы)
- 3) резисторы и конденсаторы
- 4) датчики

*Выберите три правильных варианта ответов.*

10. При расчёте жидкостной системы охлаждения авиационного прибора должны учитываться:

- 1) продолжительность эксплуатации прибора
- 2) объём системы в целом
- 3) площадь поверхности радиатора
- 4) эффективность воздушного потока

11. Установите соответствие между типовым элементом и соответствующим коэффициентом, оценивающим его работу с учётом нагрузки. В ответе напротив каждой цифры напишите соответствующую букву.

ТИПОВОЙ ЭЛЕМЕНТ	КОЭФФИЦИЕНТ НАГРУЗКИ
1) Резистор	А) $K_H = \frac{P_{\text{раб}}}{P_{\text{ном}}}$
2) Конденсатор	Б) $K_{HI} = \frac{I_{\text{прям.раб}}}{I_{\text{прям.ном}}}$
3) Диод	В) $K_H = \frac{U_{\text{раб}}}{U_{\text{ном}}}$
4) Транзистор	Г) $K_H = \frac{U_{\text{раб}}}{U_{\text{ном}}}$

Выбе-  
один

рите  
вари-

ант правильного ответа.

12. При определении эксплуатационной интенсивности отказов

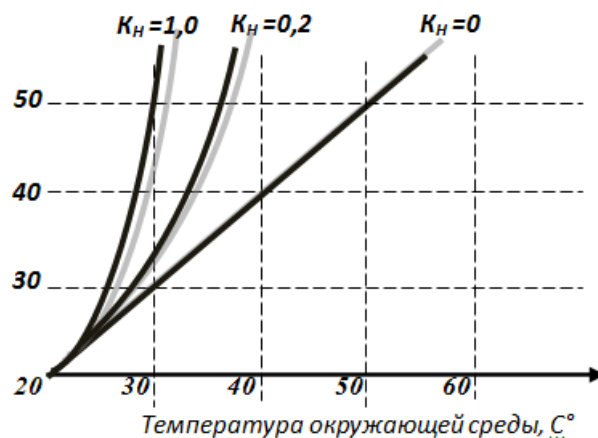
$$\lambda_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \lambda_{Bi} \cdot \prod_{j=1}^m K_j$$

значение поправочного коэффициента  $K_j$ , учитывающего влияние  $j$ -факторов в  $i$ -группе элементов изделия, с усложнением условий его работы:

- 1) не изменится
- 2) должно уменьшаться
- 3) должно увеличиваться

Выберите один вариант правильного ответа.

13. В данной зависимости  $K_H=1$  означает:



- 1) минимальную нагрузку
- 2) оптимальную нагрузку

- 3) максимальную нагрузку
- 4) состояние выключено

*Выберите один вариант правильного ответа.*

14. Рассчитайте вероятность отказа типового элемента при следующих условиях его эксплуатации:

- ✓ базовая интенсивность отказов =  $20 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$
- ✓ коэффициент режима = 1,2
- ✓ коэффициент эксплуатации = 2,5
- ✓ время работы на борту в данных условиях = 1000 ч

- 1) 1,2
- 2) 0,97
- 3) 0,076
- 4) 0,058

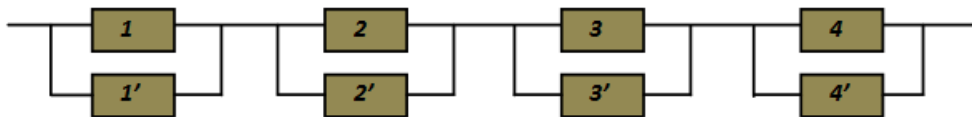
*Выберите один вариант правильного ответа.*

15. Полный расчёт надёжности изделия производится:

- 1) на этапе проектирования
- 2) на этапе производства
- 3) на этапе эксплуатации
- 4) по окончании срока службы

*Выберите один вариант правильного ответа.*

16. На рисунке представлена схема резервирования элемента системы



Чему равна кратность резервирования?

- 1)  $m=0$
- 2)  $m=1$
- 3)  $m=2$
- 4)  $m=4$

*Выберите один вариант правильного ответа.*

17. Достоинством постоянного резервирования является:

- 1) наличие устройств индикации неисправности
- 2) отсутствие переключающих устройств и устройств индикации неисправностей
- 3) меньшее число элементов по сравнению с исходным вариантом
- 4) меньшая масса устройства по сравнению с его базовым вариантом

Выберите один вариант правильного ответа.

18. Увеличение числа последовательно соединенных элементов, имеющих одинаковую вероятность безотказной работы  $P_{эл}(t)=0.98$ , с двух до четырех приведет:

- 1) к увеличению вероятности безотказной работы изделия на 4%
- 2) к увеличению вероятности безотказной работы изделия на 8%
- 3) к снижению вероятности безотказной работы изделия на 4%
- 4) к снижению вероятности безотказной работы изделия на 8%

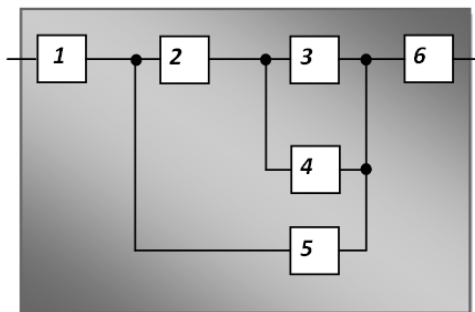
Выберите один вариант правильного ответа.

19. При параллельно соединённых элементах вероятность безотказной работы изделий равна:

- 1) произведению вероятностей безотказной работы всех параллельно соединенных элементов
- 2) сумме вероятностей безотказной работы всех параллельно соединенных элементов
- 3) произведению вероятностей отказа всех параллельно соединенных элементов
- 4) сумме вероятностей отказа всех параллельно соединенных элементов

Выберите один вариант правильного ответа.

20. По представленной структурной схеме системы управления стабилизатором самолёта определите очерёдность расчёта надёжности данной системы



- 1)  $P_{34} \rightarrow P_{345} \rightarrow P_{1236} \rightarrow P_{123456}$
- 2)  $P_{25} \rightarrow P_{2345} \rightarrow P_{123456}$
- 3)  $P_{34} \rightarrow P_{345} \rightarrow P_{2345} \rightarrow P_{123456}$
- 4)  $P_{34} \rightarrow P_{234} \rightarrow P_{2345} \rightarrow P_{123456}$

21. Установите соответствие между параметрами механических воздействий на борту летательного аппарата и их единицами измерений. В ответе напротив каждой цифры напишите соответствующую букву.

ПАРАМЕТРЫ МЕХАНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

- |   |    |    |
|---|----|----|
| 1) $g$ – величина создаваемого ускорения или перегрузки | А) | см |
| 2) $V$ – мгновенная скорость в момент удара             | Б) | мм |

3) *A* – амплитуда колебаний

В) см/сек

4) *S* – деформация при ударе

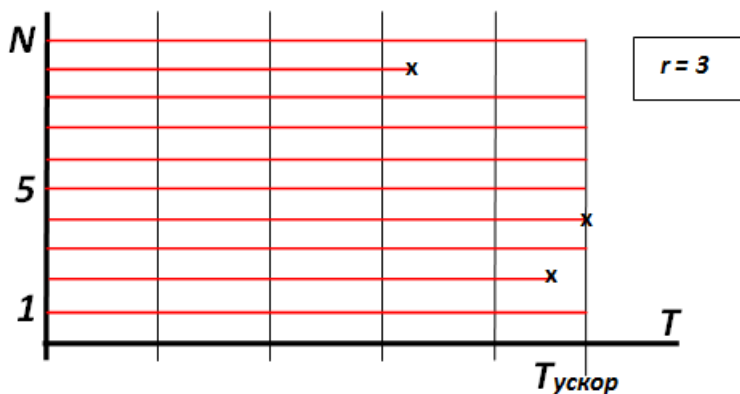
Г) единицы

22. Установите соответствие между видом испытания приборов и соответствующей ему испытательной камерой. В ответе напротив каждой цифры напишите соответствующую букву.

ВИД ИСПЫТАНИЙ	ОПРЕДЕЛЕНИЕ
1) Холодоустойчивость	А) гигротермостат
2) Теплоустойчивость	Б) холодильная камера
3) Влагостойкость	В) термобарокамера
4) Комбинированные	Г) термостат

Выберите один вариант правильного ответа.

23. Определите регламент испытаний, соответствующий данному графику:



- 1) отказавшие изделия не восстанавливаются, а испытания прекращаются, когда их число достигнет определённого значения
- 2) отказавшие изделия не восстанавливаются, а испытания прекращаются, когда откажут все изделия
- 3) отказавшие изделия восстанавливаются, а испытания прекращаются при достижении определённой наработки в часах
- 4) отказавшие изделия заменяются новыми, а испытания прекращаются при достижении определённой наработки в часах

Выберите один вариант правильного ответа.

24. Техническое обслуживание по состоянию – «on condition» означает:

- 1) диагностику неисправностей
- 2) возможность допустить отказ изделия, если он не является причиной отказа системы в целом
- 3) случаи, когда перечень и периодичность операций определяются состоянием изделия

25. Установите соответствие между причинами возникновения отказов и организатором работ по устранению причин отказов. В ответе напротив каждой цифры напишите соответствующую букву.

**ПРИЧИНЫ ОТКАЗОВ****ОРГАНИЗАТОР РАБОТ**

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| 1) конструкционные отказы      | А) потребителем   |
| 2) производственные отказы     | Б) разработчиком  |
| 3) отказы покупных изделий     | В) изготовителем  |
| 4) отказы по вине эксплуатации | Г) смежными предприятиями (поставщиками покупных изделий) |



# **Аннотация**

рабочей программы дисциплины  
**«Основы теории надежности»**

**Код и название направления** – 15.03.03 «Прикладная механика»

**Профиль** – «Надёжность и безопасность машин»

**Квалификация выпускника** – бакалавр

**Форма обучения** – очная

**1. Цель дисциплины** – обучение студентов основам теории, расчётов и практическому применению методов теории надежности на этапах проектирования, изготовления и эксплуатации машин, пониманию общих принципов оценки надёжности, системному подходу к анализу причин отказов и методов обеспечения и повышения надежности.

**2. Место дисциплины в структуре ОПОП.** Дисциплина «Основы теории надежности» относится к вариативной части блока Б1 обязательных дисциплин программы бакалавриата.

**3. Требования к результатам освоения дисциплины.** Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие следующих компетенций: *готовность участвовать в проектировании машин и конструкций с целью обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин (ПК-12); готовность участвовать в работах по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы (ПК-13).*

**4. Общая трудоемкость дисциплины** составляет 4 зачетных единицы (144 часа).

**5. Основные разделы дисциплины:** 1. Проблема надежности и безопасности технических систем. Основные характеристики надежности. 2. Расчетные методы оценки надежности. 3. Расчетные методы оценки надежности. 3. Экспериментальные методы оценки надежности. 4. Методы обоснования и обеспечения надежности.

**6. Автор:** Татаринцев Вячеслав Александрович, доцент, к.т.н.

ФИО, должность, ученое звание

**7. Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры «Детали машин» ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет» «20» июня 2017 г., протокол № 6 и утверждена первым проректором по учебной работе 07.07.2017 г.