

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования

"Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Козорез Д.А.

3 июля 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (000196216)**

Диагностика и надежность автоматизированных систем

(указывается наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
Квалификация выпускника	Бакалавр
Профиль подготовки	Автоматизация технологических процессов и производств (в машиностроении)
Форма обучения	очная (очно, очно-заочное, заочное)
Выпускающая кафедра	ТАОМ
Обеспечивающая кафедра	ТАОМ
Кафедра-разработчик рабочей программы	ТАОМ

Семестр	З.Е.	Трудоемкость, час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час	Экзамен-нов, час.	Форма промежуточног о контроля
7	3	108	24	14	16	18	36	Э
Итого	3	108	24	14	16	18	36	

Москва

2023

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## Разделы рабочей программы

1. Цели освоения дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения.
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
3. Структура и содержание дисциплины.
4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.
6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.
8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

## Приложения к рабочей программе дисциплины

Приложение 1. Аннотация рабочей программы

Приложение 2. Прикрепленные файлы

Программа составлена в соответствии с требованиями СУОС МАИ, разработанного на основе ФГОС ВО (3++) по направлению 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

---

Авторы программы:

Пименов С.С.

Заведующий обеспечивающей кафедрой ТАОМ

Программа одобрена:

Заведующий выпускающей кафедрой  
ТАОМ

Директор выпускающего филиала СТ

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ.

Целью освоения дисциплины Диагностика и надежность автоматизированных систем является достижение следующих результатов освоения(РО):

N	Шифр	Результат обучения
1	З-1(ПКР - 3.4)	Знать виды и методы контроля, а также способы диагностики систем управления
2	У-1(ПКР - 3.4)	Уметь применять полученные знания для контроля и диагностики систем управления
3	В-1(ПКР - 3.4)	Владеть методами контроля и диагностики систем управления производственными системами
4	З-1(ПКР - 7.3)	Знать способы модернизации действующих производств, создании новых, а также разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики и испытаний
5	У-1(ПКР - 7.3)	Уметь определять номенклатуру параметров продукции и технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю, диагностике и испытанию
6	В-1(ПКР - 7.3)	Владеть навыками работы систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями

Перечисленные РО являются основой для формирования следующих компетенций:

N	Шифр	Компетенция
1	ПКР-3	Способность выполнять работы по механизации и автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации
2	ПКР-7	Способность к участию в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования

Индикаторы достижения компетенций, служащие для проверки сформированности части соответствующей компетенции:

N	Шифр	Индикатор компетенций
1	ПКР-3.4	Выбирает методы и типы контроля и диагностики для системы управления производственными системами
2	ПКР-7.3	Участвует в разработках систем контроля, диагностики, испытаний средств и систем автоматизации и управления производственными процессами
3	ПКР-3.4	Выбирает методы и типы контроля и диагностики для системы управления производственными системами
4	ПКР-7.3	Участвует в разработках систем контроля, диагностики, испытаний средств и систем автоматизации и управления производственными процессами

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

Дисциплина Диагностика и надежность автоматизированных систем является предшествующей и последующей для следующих дисциплин:

N	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
1	Средства автоматизации и управления	Автоматизированные системы управления технологическими процессами
2	Системы с ЧПУ	Программное обеспечение автоматизированных систем управления технологическими процессами
3		Электропривод и системы управления
4		Итоговая гос. аттестация
5		Проектирование автоматизированных систем

## 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость практики составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы), 108 часа(ов).

Модуль	Раздел	Лекции	Практич. занятия	Лаборат. работы	СРС	Всего часов	Всего с экзаменами и курсовыми
Диагностика и надежность 7	Основные сведения по диагностике и надежности	2	0	0	0	2	108
	Показатели надежности технических элементов и систем	8	4	0	4	16	
	Оценка показателей надежности технических элементов и систем	4	0	0	2	6	
	Надежность технических систем	6	10	16	10	42	
	Надежность программных и программно-технических систем	2	0	0	1	3	
	Диагностика автоматизированных систем	2	0	0	1	3	
<b>Всего</b>		<b>24</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>72</b>	<b>108</b>

### 3.1. Лекции

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем часов	Тема лекции
1	1.1.Основные сведения по диагностике и надежности	2	Основные сведения по диагностике и надежности
2	1.2.Показатели надежности технических элементов и систем	4	Показатели надежности технических элементов и систем
3	1.2.Показатели надежности технических элементов и систем	4	Использования законов распределения в расчетах надежности
4	1.3.Оценка показателей надежности технических элементов и систем	2	Оценка показателей надежности технических элементов и систем
5	1.3.Оценка показателей надежности технических элементов и систем	2	Эксплуатационная надежность технических систем
6	1.4.Надежность технических систем	4	Надежность безызбыточных невосстанавливаемых систем при основном соединении элементов
7	1.4.Надежность технических систем	2	Надежность систем с резервированием и восстановлением
8	1.5.Надежность программных и программно-технических систем	2	Надежность программных и программно-технических систем
9	1.6.Диагностика автоматизированных систем	2	Диагностика автоматизированных систем
<b>Итого:</b>		<b>24</b>	

### 3.2. Содержание лекций

#### 1.1.1. Основные сведения по диагностике и надежности (АЗ: 2, СРС: 0)

**Тип лекции:** Проблемная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Проблемы надежности в технике, технологиях, автоматике. Основные задачи теории надежности, математический аппарат надежности. Основные понятия надежности: элемент и система, работоспособность и отказ элемента; классификация отказов. Надежность в узком и широком смысле, основные составляющие надежности: безотказность, ремонтпригодность, сохраняемость, долговечность. Значимость составляющих надежности для техники, технологий и автоматики.

Студенческая группа делится на 3-4 подгруппы. Преподаватель предлагает командным подгруппам рассмотреть работу различных элементов: шкафа управления вакуумной печи, транспортёра линии по передачи продукции, блока управления по передачи целеуказаний и т.п.

В течение 15 минут члены подгрупп предлагают и формируют возможные причины выхода из строя предложенных элементов и средства повышения надежности последних.

Разработанные в подгруппах 3 - 4 варианта подвергаются обсуждению и критическому анализу группой в целом с выявлением проблемных мест и преимуществ.

На основе анализа преподаватель совместно со студентами формулируют основные проблемы диагностики и надежности.

#### **1.2.1. Показатели надежности технических элементов и систем (АЗ: 4, СРС: 1)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Функциональные показатели надежности: вероятность безотказной работы и восстановления за заданное время, плотность и интенсивность отказов и восстановления, функция готовности. Числовые показатели надежности: средняя наработка на отказ и восстановления, гамма-процентный ресурс (гарантированный ресурс). Срок сохраняемости, коэффициент готовности и др. Теоретические законы безотказности и восстанавливаемости: экспоненциальный, нормальный, усеченный нормальный, логарифмически нормальный, Вейбулла. Параметры законов и их связь с числовыми показателями надежности.

#### **1.2.2. Использование законов распределения в расчетах надежности (АЗ: 4, СРС: 1)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Определение показателей надежности при экспоненциальном законе распределения. Определение показателей надежности при распределении Рэлея. Определение показателей схемы при распределении Гаусса. Пример определения показателей надежности неремонтируемого объекта по опытным данным.

#### **1.3.1. Оценка показателей надежности технических элементов и систем (АЗ: 2, СРС: 1)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Определительные испытания на надежность. Планирование и проведение испытаний, методы обработки экспериментальных данных при определении статистических распределений и точечных и интервальных оценок числовых показателей надежности. Форсированные испытания на надежность. Методика их проведения и обработки данных. Контрольные испытания технических элементов и систем. Определение оценок показателей надежности технических элементов и систем по результатам эксплуатации. Методы сбора данных о наработках между отказами и восстановлениями; оценивание показателей надежности; анализ влияния условий эксплуатации элементов и систем на оценки показателей надежности.

#### **1.3.2. Эксплуатационная надежность технических систем (АЗ: 2, СРС: 1)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Методы планирования регламентных проверок и профилактических работ. Количественные показатели эффективности профилактических работ и регламентных проверок. Статистическая оценка времени проведения профилактических работ. Определение параметров технического обслуживания при явных и не явных отказах. Определение параметров технического обслуживания при явных отказах. Определение параметров технического обслуживания объектов при не явных отказах. Расчёт необходимого количества запасного имущества и приборов (ЗИП) для устройств и систем.

#### **1.4.1. Надежность безызбыточных невосстанавливаемых систем при основном соединении элементов (АЗ: 4, СРС: 1)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Понятие основного и избыточного (резервного) элемента. Основное соединение элементов. Структурные надежность схемы безызбыточных систем. Определение показателей надежности нерезервированной системы по известным характеристикам надежности основных элементов. Методы повышения надежности нерезервированной системы: упрощение схем, замена самых "ненадежных" элементов, повышение качества всех элементов.

#### **1.4.2. Надежность систем с резервированием и восстановлением (АЗ: 2, СРС: 1)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Резервирование в технических системах и его виды: постоянное, скользящее, замещением; нагруженное, частично нагруженное, ненагруженное; групповое и индивидуальное; одно-, дробно- и многократное; мажоритарное. Структурные надежностные схемы для различных видов резервирования. Методы расчета надежности резервированных невосстанавливаемых систем по известным характеристикам элементов. Показатели эффективности резервирования, способы их определения. Анализ надежности резервированных восстанавливаемых систем. Описание восстанавливаемых систем марковским случайным процессом с непрерывным временем и дискретными состояниями. Уравнения Колмогорова, методы их решения для определения: функций и коэффициентов готовности системы или средней наработки на отказ.

#### **1.5.1. Надежность программных и программно-технических систем (АЗ: 2, СРС: 1)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Понятие отказа программы, программного обеспечения (ПО). Классификация отказов ПО; ошибки в программах как источник отказа ПО. Классификация ошибок, анализ распределения ошибок по стадиям создания ПО. Способы и приемы выявления и устранения ошибок в ПО на стадиях разработки спецификаций, проектирования, реализации. Функциональные и числовые характеристики безотказности и восстанавливаемости нерезервированных программных средств и систем. Зависимость показателей надежности программных средств от числа ошибок в программах. Оценивание числа ошибок в ПО на стадии сопровождения. Резервирование программных средств и систем. Виды резервирования: временное, информационное, программное, программно-аппаратное.

#### **1.6.1. Диагностика автоматизированных систем (АЗ: 2, СРС: 1)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Основные понятия, термины и ГОСТы диагностики технических систем. Диагностирование - средство повышения надежности на стадии эксплуатации. Методы диагностирования систем автоматизации, управления и программно-технических средств. Алгоритмы диагностирования.

### **3.3. Практические занятия**

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем часов	Наименование практического занятия
1	1.2.Показатели надежности технических элементов и систем	4	Показатели и количественные характеристики надежности
2	1.4.Надежность технических систем	2	Расчет показателей надежности невосстанавливаемых нерезервированных систем



3	1.4.Надежность технических систем	4	Расчет показателей надежности невосстанавливаемых резервированных систем
4	1.4.Надежность технических систем	4	Расчет показателей надежности восстанавливаемых систем
<b>Итого:</b>		<b>14</b>	

### 3.4. Содержание практических занятий

#### 1.2.1. Показатели и количественные характеристики надежности (АЗ: 4, СРС: 1)

**Форма организации:** Практическое занятие

**Прикрепленные файлы:** Показатели и количественные характеристики надежности.pdf

**Описание:** Задачи, которые встречаются при определении количественных характеристик надежности, могут быть разделены на следующие группы:

- 1) определение количественных характеристик надежности по статистическим данным об отказах изделия;
- 2) определение количественных характеристик надежности изделия при известной математической модели надежности.

#### 1.4.1. Расчет показателей надежности невосстанавливаемых нерезервированных систем (АЗ: 2, СРС: 1)

**Форма организации:** Практическое занятие

**Прикрепленные файлы:** Расчет показателей надежности невосстанавливаемых нерезервированных систем.pdf

**Описание:** расчета надежности сложной системы, определении ее показателей надежности, если известны показатели надежности отдельных элементов и структура системы, т.е. характер связей между элементами с точки зрения надежности.

#### 1.4.2. Расчет показателей надежности невосстанавливаемых резервированных систем (АЗ: 4, СРС: 1)

**Форма организации:** Практическое занятие

**Прикрепленные файлы:** Расчет показателей надежности невосстанавливаемых резервированных систем.pdf

**Описание:** Общее резервирование с постоянно включенным резервом и целой кратностью  
Раздельное резервирование с постоянно включенным резервом и целой кратностью  
Общее резервирование замещением с целой кратностью  
Раздельное резервирование замещением с целой кратностью  
Общее резервирование с дробной кратностью и постоянно включенным резервом  
Раздельное резервирование замещением с дробной кратностью (скользящее резервирование)

### 1.4.3. Расчет показателей надежности восстанавливаемых систем (АЗ: 4, СРС: 1)

**Форма организации:** Практическое занятие

**Прикрепленные файлы:** Расчет показателей надежности восстанавливаемых систем.pdf

**Описание:** Резервирование с восстановлением  
Изделия с временной избыточностью  
1. Метод, основанный на использовании классической теории вероятностей  
2. Метод, основанный на использовании теории графов

### 3.5. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем часов	Наименование лабораторной работы
1	1.4.Надежность технических систем	4	Сравнение надежности систем при различных видах структурного резервирования
2	1.4.Надежность технических систем	4	Расчет показателей надежности невосстанавливаемых систем
3	1.4.Надежность технических систем	4	Определение вероятности безотказной работы системы от внезапных отказов, с учетом последствий отказов. Повышение надежности элементов
4	1.4.Надежность технических систем	4	Расчет показателей надежности резервированных невосстанавливаемых систем
<b>Итого:</b>		<b>16</b>	

### 3.6.Содержание лабораторных работ

#### 1.4.1. Сравнение надежности систем при различных видах структурного резервирования (АЗ: 4, СРС: 1)

**Форма организации:** Лабораторная работа

**Описание:** Требуется рассчитать вероятность и среднее время безотказной работы каждой системы и определить более надежную систему. Для расчетов использовать метод статистического моделирования на ЭВМ с последующей обработкой результатов эксперимента.

#### 1.4.2. Расчет показателей надежности невосстанавливаемых систем (АЗ: 4, СРС: 1)

**Форма организации:** Лабораторная работа

**Описание:** определить среднее время безотказной работы, среднее квадратическое отклонение времени безотказной работы, вероятность безотказной работы, для каждого элемента и всей системы, решение получить в виде таблиц и графиков.

**1.4.3. Определение вероятности безотказной работы системы от внезапных отказов, с учетом последствий отказов. Повышение надежности элементов (АЗ: 4, СРС: 1)**

**Форма организации:** Лабораторная работа

**Описание:** 1. Построить график изменения вероятности безотказной работы системы от времени наработки в диапазоне снижения вероятности до уровня 0.1-0.2.  
2. Определить  $\gamma$ -процентную наработку системы.  
3. Обеспечить увеличение  $\gamma$ -процентной наработки не менее, чем в 1,5 раза за счет:  
а) повышения надежности элементов;  
б) структурного резервирования элементов системы.

**1.4.4. Расчет показателей надежности резервированных невосстанавливаемых систем (АЗ: 4, СРС: 1)**

**Форма организации:** Лабораторная работа

**Описание:** Определить показатели надежности системы: вероятность безотказной работы, плотность распределения времени до отказа, интенсивность отказа. Результат представить в виде графиков и таблиц.

**3.7. Курсовые работы и проекты по дисциплине**

**3.8. Промежуточная аттестация**

1. Экзамен (7 семестр)

**Прикрепленные файлы:** Экзамен (7 семестр).pdf

**4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ**

С.С. Пименов, П.А. Нестеров. Диагностика и надежность автоматизированных систем. В примерах и задачах. М., МАТИ, 2014 г.

1. Основная и дополнительная литература по дисциплине
2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
3. Ресурсы научно-технической библиотеки МАИ.
4. Информационные стенды кафедры.

**Вопросы для самостоятельной работы по темам:**

№	Раздел дисциплины	Вопросы для самостоятельной работы
1	Основные сведения по диагностике и надежности	Поясните понятия качество, надежность, предмет, объект надежности, общая теория надежности, прикладная теория надежности.
2	Основные сведения по диагностике и надежности	Этапы развития теории надежности.
3	Основные сведения по диагностике и надежности	Дайте определения основных состояний и событий в надежности.

4	Основные сведения по диагностике и надежности	Приведите классификацию отказов.
5	Основные сведения по диагностике и надежности	В чем состоит различие между восстанавливаемыми и невосстанавливаемыми изделиями?
6	Основные сведения по диагностике и надежности	Что представляет собой кривая изменения интенсивности отказов во времени и кривая изменения эксплуатационных затрат от наработки изделия во времени?
7	Основные сведения по диагностике и надежности	Дайте определения основных показателей надежности безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости.
8	Основные сведения по диагностике и надежности	Чем отличается технический ресурс от срока службы изделия?
9	Основные сведения по диагностике и надежности	Дайте определения показателей для оценки сохраняемости – среднего и гамма-процентного сроков сохраняемости.
10	Основные сведения по диагностике и надежности	Перечислите основные виды испытаний технических объектов.
11	Основные сведения по диагностике и надежности	Основные требования, предъявляемые к информации о надежности машин.
12	Основные сведения по диагностике и надежности	Перечислите основные методы нормирования показателей надежности.
13	Основные сведения по диагностике и надежности	Поясните градацию изделий по классам надежности.
14	Основные сведения по диагностике и надежности	Что такое категория последствий отказов?
15	Основные сведения по диагностике и надежности	Что такое уровень опасности отказов?
16	Показатели надежности технических элементов и систем	Дайте определения показателей для оценки безотказности – вероятности безотказной работы и вероятности отказа? Каковы единицы их измерения?
17	Показатели надежности технических элементов и систем	Дайте определения показателей параметра потока отказов, средней наработки на отказ, средней наработки до отказа? Каковы единицы их измерения?
18	Показатели надежности технических элементов и систем	Дайте определения показателей гамма-процентной наработки до отказа, интенсивности отказов. Каковы единицы их измерения?
19	Показатели надежности технических элементов и систем	Дайте определения комплексных показателей надежности – коэффициента технического использования, коэффициента готовности.
20	Показатели надежности технических элементов и систем	Дайте определения показателей для оценки ремонтпригодности – времени восстановления и среднего времени восстановления работоспособности?
21	Показатели надежности технических элементов и систем	Дайте определения вероятности восстановления работоспособности в заданные сроки, интенсивности восстановления.

22	Показатели надежности технических элементов и систем	Дайте определение характеристикам рассеяния случайных распределений – среднему значению, среднему квадратическому отклонению и коэффициенту вариации.
23	Показатели надежности технических элементов и систем	Дайте понятие и поясните назначение законов распределения случайных величин.
24	Показатели надежности технических элементов и систем	В каких случаях на практике целесообразно применять нормальное распределение, каков вид кривых его плотности и функции распределения?
25	Показатели надежности технических элементов и систем	В каких случаях на практике целесообразно применять экспоненциальное распределение, каков вид кривых его плотности и функции распределения?
26	Показатели надежности технических элементов и систем	В каких случаях на практике целесообразно применять распределение Вейбулла, каков вид кривых его плотности и функции распределения?
27	Показатели надежности технических элементов и систем	Каковы понятие и методика построения гистограммы и кривой эмпирического распределения?
28	Оценка показателей надежности технических элементов и систем	Дайте определение интервальной оценки показателей надежности.
29	Оценка показателей надежности технических элементов и систем	Что такое сходимость теоретического и экспериментального распределений?
30	Оценка показателей надежности технических элементов и систем	Этапы планирования испытаний.
31	Оценка показателей надежности технических элементов и систем	Виды документации для сбора первичной информации?
32	Оценка показателей надежности технических элементов и систем	Что понимается под эксплуатационной надёжностью?
33	Оценка показателей надежности технических элементов и систем	Назовите показатели эффективности профилактических работ. Какие данные необходимы для статистической оценки времени проведения профилактических работ?
34	Оценка показателей надежности технических элементов и систем	Назовите регламенты календарного обслуживания систем, определите их содержание.
35	Оценка показателей надежности технических элементов и систем	Что понимают под явными и неявными отказами систем?
36	Оценка показателей надежности технических элементов и систем	Почему при явных отказах техническое обслуживание систем не целесообразно, если отказы являются внезапными?
37	Оценка показателей надежности технических элементов и систем	Чем отличается расчёт ЗИПа для невозстанавливаемых и восстанавливаемых элементов?

38	Оценка показателей надежности технических элементов и систем	Как формируются группы элементов при расчёте ЗИПа?
39	Оценка показателей надежности технических элементов и систем	Как определяются требования по надёжности к каждой группе элементов при заданной эксплуатационной надёжности системы?
40	Надежность технических систем	Напишите выражение по которой рассчитывается вероятность безотказной работы при последовательном соединении элементов.
41	Надежность технических систем	Какие приближенные формулы используются при расчете наработки на отказ и частоты отказов?
42	Надежность технических систем	На каких допущениях основывается прикидочный расчет надежности?
43	Надежность технических систем	В каких случаях используется ориентировочный расчет?
44	Надежность технических систем	При каком методе расчета надежности учитываются режимы работы элементов?
45	Надежность технических систем	Что такое коэффициент нагрузки?
46	Надежность технических систем	На каком этапе проектирования устройств используется окончательный расчет надежности?
47	Надежность технических систем	Что такое резервирование?
48	Надежность технических систем	Какие виды структурного резервирования широко распространены на практике?
49	Надежность технических систем	Что такое постоянное (общее) резервирование?
50	Надежность технических систем	Каково значение кратности резервирования при дублировании?
51	Надежность технических систем	Приведите пример комбинированного резерва?
52	Надежность технических систем	Как оценивается ВБР при мажоритарном резервировании?
53	Надежность технических систем	Где чаще всего применяется динамическое резервирование?
54	Надежность технических систем	При каком способе резервирования устройств всегда присутствуют переключающие устройства?
55	Надежность технических систем	Приведите аналитическое выражение для оценки ВБР при общем (постоянном) резервировании?
56	Надежность технических систем	Как оценивается ВБР при мажоритарном резервировании?
57	Надежность технических систем	Как определить наработку на отказ при скользящем резервировании?
58	Надежность технических систем	Как оценить частоту отказа в случае отдельного резервирования системы?
59	Надежность технических систем	При каком способе резервирования резервный элемент работает одновременно с основным?

60	Надежность технических систем	В каком случае резервный элемент, обладает идеальной надежностью?
61	Надежность технических систем	С помощью какого метода можно оценить надежность устройств мостикового типа?
62	Надежность технических систем	Дайте классификацию видов резервирования.
63	Надежность технических систем	Какие методы определения показателей надежности восстанавливаемых систем известны?
64	Надежность технических систем	Почему метод дифференциальных уравнений получил широкое распространение при оценке надежности восстанавливаемых систем?
65	Надежность технических систем	Что является необходимым условием при решении систем дифференциальных уравнений?
66	Надежность технических систем	Что подразумевается под цепью Маркова?
67	Надежность технических систем	Значение каких показателей надежности можно получить используя Марковский метод?
68	Надежность программных и программно-технических систем	Что понимается под надежностью программного обеспечения (ПО)?
69	Надежность программных и программно-технических систем	Что такое корректность ПО?
70	Надежность программных и программно-технических систем	Определите основные причины отказов ПО.
71	Надежность программных и программно-технических систем	Какой из способов обеспечения надежности программ считается более эффективным?
72	Надежность программных и программно-технических систем	Как оценить вероятность безотказной работы программ?
73	Надежность программных и программно-технических систем	Что означает термин «алгоритмическая избыточность»?
74	Диагностика автоматизированных систем	Что понимают под технической диагностикой и каковы ее основные цели и задачи?
75	Диагностика автоматизированных систем	Какие требования предъявляются к диагностическим параметрам? Поясните требование однозначности, стабильности, чувствительности, информативности?
76	Диагностика автоматизированных систем	Приведите классификацию средств диагностирования.
77	Диагностика автоматизированных систем	Перечислите общие требования к средствам технического диагностирования.
78	Диагностика автоматизированных систем	Приведите с примерами классификацию методов диагностирования.

## **5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Описание показателей, критерии оценивания компетенций и описание шкал оценивания осуществляются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки результатов обучения студентов по дисциплине (Приказ №42 от 04.04.2014 «Об утверждении положения «Рейтинг по дисциплине»).

Для оценивания интегрированных и практико-ориентированных заданий обучающихся используются следующие критерии по 100-балльной шкале:

1. Формулирование представленной информации в виде проблемы;
2. Предложение способа решения проблемы;
3. Обоснование способа решения проблемы;
4. Демонстрация способа решения проблемы.

Оценивание осуществляется по следующей шкале:

100-балльная шкала	Результат освоения
менее 40	Критерий не сформирован
41-70	Критерий четко не выражен
71-100	Критерий выражен четко

Для оценивания ситуационных заданий используется следующая шкала:

100-балльная шкала	Результат освоения
менее 30	обучающийся не может сформулировать проблему, представленную в задании
31-50	обучающийся формулирует поставленную задачу, у него сформированы изолированные знания и умения, однако отсутствуют интегрированные понятия и навыки, в результате чего допущены ошибки в решении и задание не выполнено
51-80	задание выполнено, обучающийся применяет знания для решения поставленной проблемы, однако не сформированы компетенции, вследствие чего обучающийся испытывает затруднения в демонстрации способов решения задачи
81-100	задание выполнено как в теоретическом, так и в практическом плане, обучающийся легко демонстрирует свою компетентность по данному вопросу

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения, включают в себя:

- вопросы к промежуточной аттестации.



Перечень компетенций и этапы их формирования приведены в следующей таблице:

<b>N</b>	<b>Шифр</b>	<b>Компетенция</b>	<b>Этапы формирования компетенции</b>
1	ПКР-3	Способность выполнять работы по механизации и автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации	4. Расчет показателей надежности резервированных невосстанавливаемых систем.
2	ПКР-7	Способность к участию в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования	4. Расчет показателей надежности резервированных невосстанавливаемых систем.

#### Комплект типовых индивидуальных заданий

<b>N</b>	<b>Раздел дисциплины</b>	<b>Объем, часов</b>	<b>Наименование типового задания</b>
1	Показатели надежности технических элементов и систем	1	Решение задач по теме раздела
2	Надежность технических систем	1	Решение задач по теме раздела
<b>Итого:</b>		<b>2</b>	

#### Содержание типовых заданий

##### 1.2.1. Решение задач по теме раздела (СРС: 1)

**Тематика:** по расчету количественных показателей надежности, предлагаемые для самостоятельного решения.

**Тип:** Домашнее задание

#### Прикрепленные файлы:

Решение задач по теме раздела.pdf

##### 1.4.1. Решение задач по теме раздела (СРС: 1)

**Тематика:** задачи на расчет надежности невосстанавливаемых изделий при основном соединении элементов.

**Тип:** Домашнее задание

#### Прикрепленные файлы:

Решение задач по теме раздела.pdf

## Вопросы к промежуточной аттестации

"Диагностика и надежность автоматизированных систем"

### 1. Экзамен (7 семестр)

Прикрепленные файлы: Экзамен (7 семестр).pdf

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Основная литература:

- 1. Острейковский В.А. Теория надежности: учебник для вузов по напр. "Техника и технологии" и "Техн. науки" / В.А. Острейковский. - М.: Высшая школа, 2003. - 463 с.: ил. Режим доступа: <http://elibrary.mai.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/11514>
- 2. Острейковский В.А. Теория надежности: Учебник для вузов. – 2-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2008. – 463 с.: ил. – ISBN 978-5-06-005954-0.
- 3. Синопальников В.А., Григорьев С.Н. Надежность и диагностика технологических систем: Учебник. – М.: Высшая школа, 2005. – 343 с.: ил. . – ISBN 5-06-004422-X.

### б) Дополнительная литература:

- 1. Александровская Л.Н. Современные методы обеспечения безотказности сложных технических систем: Учебник для вузов по инженерно-техн.направл.и спец. / Л.Н. Александровская, А.П. Афанасьев, А.А. Лисов. – М.: Логос, 2001. - 206 с.: ил. Режим доступа: <http://elibrary.mai.ru/MegaPro/Download/ToView/10679?idb=NewMAI2014>
  - 2. Новичков В.М. Расчет типовых структур резервированных систем на безотказность [Текст]: учеб. пособие / В.М. Новичков; МАИ (Гос. техн. ун-т). - М.: МАИ-ПРИНТ, 2008. - 47 с.: ил. Режим доступа: <http://elibrary.mai.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/708>
  - 3. Новичков В.М. Оценка надежности невосстанавливаемых элементов по опытным данным [Текст]: учеб. пособие / В.М. Новичков; МАИ (Гос. техн. ун-т). - М.: МАИ-ПРИНТ, 2008. - 46 с.: ил. Режим доступа: <http://elibrary.mai.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/707>
  - 4. Шмелев, В.Е. Теоретические основы надежности, диагностики и ремонта деталей машин: учебное пособие / В. Е. Шмелев, А. Н. Сергеев. – Тула: Издво ТулГУ, 2016. – 234 с.  
Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27557031>
- Методические указания:
- 1. С.С. Пименов, П.А. Нестеров. Сравнение надежности систем при различных видах структурного резервирования. М., МАТИ, 2014 г.
  - 2. С.С. Пименов, П.А. Нестеров. Расчет показателей надежности невосстанавливаемых систем. М., МАТИ, 2014 г.
  - 3. С.С. Пименов, П.А. Нестеров. Определение вероятности безотказной работы системы от внезапных отказов, с учетом последствий отказов. Повышение надежности элементов. М., МАТИ, 2014 г.
  - 4. С.С. Пименов, П.А. Нестеров. Расчет показателей надежности резервированных невосстанавливаемых систем. М., МАТИ, 2014 г.
  - 5. С.С. Пименов, П.А. Нестеров. Диагностика и надежность автоматизированных систем. В примерах и задачах. М., МАТИ, 2014 г.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения образовательного процесса по дисциплине обучающимся предоставляется возможность круглосуточного дистанционного индивидуального доступа к электронным библиотечным системам из любой точки, в которой имеется доступ к сети «Интернет».

Наименование ресурса	Интернет-ссылка на ресурс
<b>"ZNANIUM.COM"</b>	
Договор № 4855 эбс/027-1-3200-20 от 08.12.2020 с ООО "ЗНАНИУМ" С «18»12.2020 г. по «17»12.2021 г	<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>
Договор № эбс/027-1-3026-21 от 22.12.2021 с ООО "ЗНАНИУМ" С «15»12.2021 г. по «31»12.2022 г	<a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a>
Договор № эбс/027-1-2586-22 от 07.12.2022 с ООО "ЗНАНИУМ" С «20»12.2022 г. по «31»12.2023 г	
<b>ООО "Издательство Лань"</b>	
Договор № 027-1-0234-21 от 18.02.2021 года с ООО "Издательство Лань" С «22 »_02. 2021г. по « 21» 02.2022 г	<a href="http://e.lanbook.com">e.lanbook.com</a>
Договор № 027-1-0234-21 от 18.02.2021 года с ООО "ЭБС Лань" С «22 »_02. 2021г. по « 21» 02.2022	
Договор № СЭБ 027-0-0400-21 от 15.09.2021 года с ООО "ЭБС Лань" С «15 »_09. 2021г. по « 14» 09.2024	
Договор № 027-1-0169-22 от 07.02.2022 года с ООО "Издательство Лань" С «22 »_02. 2022г. по « 21» 02.2023 г	
Договор № 027-1-0168-22 от 07.02.2022 года с ООО "ЭБС Лань" С «22 »_02. 2022г. по « 21» 02.2023	
<b>ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ"</b>	
Электронная библиотечная система ЮРАЙТ. ЭБС "Легендарные книги"	<a href="http://biblio-online.ru">http://biblio-online.ru</a> , <a href="https://biblio-online.ru/catalog/legendary">https://biblio-online.ru/catalog/legendary</a>
Договор № 027-1-3191-20 от 04.12.2020г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО С «04»12.2020 г. по «03»12.2021	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
Договор № 027-1-3194-20 от 04.12.2020г. с ООО "Электронное издательства ЮРАЙТ" С «04»12.2020 г. по «03»12.2021 г	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
Договор № 027-1-3034-21 от 03.12.2021г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" С «04»12.2021 г. по «03»12.2022 г	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>

Договор № 150-1-3269-21 от 10.12.21 ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
Договор № 027-1-2554-22 от 01.12.2022г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" С «04»12.2022 г. по «03»12.2023 г	
Договор № 5537 от 25.11.2022 ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО	
<b>Электронная библиотека МАИ</b>	
Электронная библиотека МАИ (собственность МАИ). Лицензионный договор № 0267-НИЧ-13 от 11.12.2013 г. с ООО "Дата Экспресс "на право использования программы для ЭВМ Автоматизированная интегрированная библиотечная система (АИБС) «МегаПро» (для размещения Электронной библиотеки МАИ)	<a href="https://elibrary.mai.ru/MegaPro/Web">https://elibrary.mai.ru/MegaPro/Web</a>
<b>Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России</b>	
Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России. Соглашение о создании Консорциума вузов России "Национальный объединенный аэрокосмический университет" от 03.09.2012 г. Договор о сетевом взаимодействии от 15.12.2014 г. Соглашение от «03»09.2012 г. бессрочно	
<b>Библиотека РФФИ</b>	
Библиотека РФФИ	<a href="http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library">http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library</a>
<b>Единое окно доступа к образовательным ресурсам</b>	
Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
<b>Polpred.com</b>	
Polpred.com. Обзор СМИ	<a href="http://polpred.com">http://polpred.com</a>
<b>ООО "РУНЭБ"</b>	
Договор № 027-1-3051-20 от 07.12.2020 с ООО "РУНЭБ" С «07»12.2020 г. по «06»12.2028	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
Договор № 027-1-2895-21 от 03.12.2021 с ООО "РУНЭБ" С «03»12.2021 г. по «02»12.2039	
Договор № 027-133215-22 от 20.12.2022 с ООО "НЭБ" С «20»12.2022 г. по «19»12.2030	
<b>ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт"</b>	
Договор № РКТ-054/20/027-1-1129-20 от 30.05.2020 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт" С «01»06.2020 г. по «31»05.2021 г	<a href="http://text.rucont.ru/">http://text.rucont.ru/</a>
Договор № 027-1-1235-21 от 01.06.2021 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт" С «01»06.2021 г. по «31»05.2022 г	<a href="https://text.rucont.ru/">https://text.rucont.ru/</a>
Договор № 027-1-1467-22 от 09.06.2022 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт" С «01»06.2022 г. по «31»05.2023 г	<a href="https://text.rucont.ru/">https://text.rucont.ru/</a>

ФГБУ "РГБ"	
Договор о предоставлении доступа к Национальной электронной библиотеке (НЭБ) №101/НЭБ/2139 от 13.11.2018г. с ФГБУ" РГБ" С «13»11. 2018 г. по «12» 11. 2023	<a href="http://нэб.рф">http://нэб.рф</a>
НП НЭИКОН	
Соглашение № 715 ДС-2011 от 16.05.2011 о сотрудничестве в Консорциуме НЭИКОН С «16» 05.2011 г с автоматическим продлением Национальная подписка на-2021 г с РФФИ Государственного задания № 075-00011-20-00 Web Of Science- <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a> Scopus- <a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a> Elsevier- <a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a> , <a href="http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct">http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct</a> , <a href="https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections">https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections</a> , <a href="https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections">https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections</a>  Математическая база данных zbMATH: <a href="http://zbMATH.org">http://zbMATH.org</a>	<a href="http://archive.neicon.ru">http://archive.neicon.ru</a>  <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a> <a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a> <a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a> , <a href="http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct">http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct</a> , <a href="https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections">https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections</a> , <a href="https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections">https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections</a> <a href="http://rd.springer.com">http://rd.springer.com</a> , <a href="http://www.springerprotocols.com">http://www.springerprotocols.com</a> <a href="http://zbMATH.org">http://zbMATH.org</a>
American Chemical Society (ACS)- <a href="https://www.acs.org/content/acs/en.html">https://www.acs.org/content/acs/en.html</a> American Institute of Physics (AIP)- <a href="https://www.scitation.org/">https://www.scitation.org/</a> American Physical Society- <a href="https://journals.aps.org/about">https://journals.aps.org/about</a> EBSCO Publishing (База CASC)- <a href="http://search.ebscohost.com">http://search.ebscohost.com</a> Cambridge University Press (CUP)- <a href="https://www.cambridge.org/core">https://www.cambridge.org/core</a> IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers , Inc.)- <a href="https://ieeexplore.ieee.org">https://ieeexplore.ieee.org</a> INSPEC компании EBSCO- INSPEC Institute of Physics (IOP) издательства IOP Publishing- <a href="https://iopscience.iop.org/">https://iopscience.iop.org/</a>	<a href="https://www.acs.org/content/acs/en.html">https://www.acs.org/content/acs/en.html</a> <a href="https://www.scitation.org/">https://www.scitation.org/</a> <a href="https://journals.aps.org/about">https://journals.aps.org/about</a> <a href="http://search.ebscohost.com">http://search.ebscohost.com</a> <a href="https://www.cambridge.org/core">https://www.cambridge.org/core</a> <a href="https://ieeexplore.ieee.org">https://ieeexplore.ieee.org</a> <a href="https://iopscience.iop.org/">https://iopscience.iop.org/</a>
MathSciNet American Mathematical Society- <a href="https://www.ams.org/home/page">https://www.ams.org/home/page</a>	<a href="https://www.ams.org/home/page">https://www.ams.org/home/page</a>

Optical Society of America (OSA)- <a href="https://www.osapublishing.org/about.cfm">https://www.osapublishing.org/about.cfm</a>	<a href="https://www.osapublishing.org/about.cfm">https://www.osapublishing.org/about.cfm</a>
Oxford University Press- <a href="https://academic.oup.com/journals/">https://academic.oup.com/journals/</a>	<a href="https://academic.oup.com/journals/">https://academic.oup.com/journals/</a>
ProQuest Dissertations & Theses Global- <a href="https://search.proquest.com/index">https://search.proquest.com/index</a>	<a href="https://search.proquest.com/index">https://search.proquest.com/index</a>
ORBIT Intelligence - база данных QUESTEL- <a href="https://www.orbit.com/">https://www.orbit.com/</a>	<a href="https://www.orbit.com/">https://www.orbit.com/</a>
SAGE Publication- <a href="https://journals.sagepub.com/">https://journals.sagepub.com/</a>	<a href="https://journals.sagepub.com/">https://journals.sagepub.com/</a>
Annual Reviews Science Collection (AR)- <a href="https://www.annualreviews.org">https://www.annualreviews.org</a>	<a href="https://www.annualreviews.org">https://www.annualreviews.org</a>
JSTOR- <a href="http://www.jstor.org">www.jstor.org</a>	<a href="http://www.jstor.org">www.jstor.org</a>
Wiley. John Wiley & Sons.- <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/">https://onlinelibrary.wiley.com/</a>	<a href="https://onlinelibrary.wiley.com/">https://onlinelibrary.wiley.com</a>
<b>Национальная подписка на 2022 г с РФФИ Государственного задания Springer Nature:</b>	
1. eBook Collection: журналы, книги - <a href="https://link.springer.com">https://link.springer.com</a>	<a href="https://link.springer.com">https://link.springer.com</a>
2. Коллекция журналов и базы данных Springer Nature: <a href="https://link.springer.com">https://link.springer.com</a>	
<b>Begell House Inc.</b> <a href="https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html">https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html</a>	<a href="https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html">https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html</a>
<b>China Academic Journals</b>   (CD Edition) Electronic Publishing House Co., Ltd: <a href="https://ar.cnki.net/ACADREF">https://ar.cnki.net/ACADREF</a>	<a href="https://ar.cnki.net/ACADREF">https://ar.cnki.net/ACADREF</a>
<b>Institute of Electrical and Electronics Engineers:</b> <a href="https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp">https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp</a> ; <a href="https://ieeexplore.ieee.org">https://ieeexplore.ieee.org</a>	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp">https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp</a> ; <a href="https://ieeexplore.ieee.org">https://ieeexplore.ieee.org</a>
<b>EBSCO.</b>   <a href="https://www.search.ebscohost.com/">https://www.search.ebscohost.com/</a>	<a href="https://www.search.ebscohost.com/">https://www.search.ebscohost.com/</a>
<b>INSPEC:</b>	
1. База данных Academic Search Premier	
2. База данных eBook Academic Collection	
3. eBook EngineeringCore Collection	
<b>ORBIT Intelligence</b>   - база данных QUESTEL: <a href="https://www.orbit.com/">https://www.orbit.com/</a>	<a href="https://www.orbit.com/">https://www.orbit.com/</a>
<b>SAGE</b>   <a href="https://journals.sagepub.com/">https://journals.sagepub.com/</a>	<a href="https://journals.sagepub.com/">https://journals.sagepub.com/</a>
<b>Publication:</b>	
<b>Wiley:</b> <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/">https://onlinelibrary.wiley.com/</a>	<a href="https://onlinelibrary.wiley.com/">https://onlinelibrary.wiley.com/</a>

## **8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Эффективным способом развития творческих способностей студентов при изучении дисциплины является самостоятельная работа, которая нацелена на проработку студентами материала прошедших контактных занятий и подготовку к предстоящим занятиям.

Самостоятельная работа студентов проводится ими в соответствии с собственными возможностями. Можно, однако, рекомендовать групповое изучение материалов, обеспечивающее совместную работу нескольких студентов, что положительно влияет на качество проработки программы курса.

В то же время высокая степень усвоения изучаемой дисциплины достигается при постоянной работе студентов над текущим материалом. В этой связи желательна проработка лекционного материала в день его прочтения, что позволяет, во-первых, оперативно (на следующей лекции) снимать возникающие вопросы и, во-вторых, создавать багаж знаний по дисциплине задолго до промежуточной аттестации.

При подготовке к практическим занятиям также необходима проработка лекционного материала. Это позволит осознанно работать с предлагаемым материалом преподавателем на практическом занятии, а, следовательно, закладывать базу методик и приемов при решении практических задач.

При изучении материала необходимо делать акцент не на зазубривании материала, а на понимании его физической сути, что развивает мышление и позволяет понять методологию изучаемой дисциплины.

Лекции:

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.

Желательно оставлять в рабочих конспектах поля, где делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Рекомендуется задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Свой конспект лекции следует дорабатывать, делая в нём соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной рабочей программой для рабочей программы дисциплины (РПД).

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность и продолжительность действий:

- Изучение конспекта лекции в тот же день (после лекции): 10-15 минут.
- Изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией: 10-15 минут.
- Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту: 2 часа в неделю.
- В течение недели 1 час работать с литературой в библиотеке (электронной библиотеке).

Рекомендации по работе с литературой заключаются в необходимости изучения информации по изучаемой тематике и изложенной в учебниках, учебных пособиях, периодических изданиях.

Рекомендуется после изучения очередного параграфа учебника выполнить несколько простых упражнений на данную тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы и попробовать ответить на них:

- о чём этот параграф?
- какие новые понятия введены, каков их смысл?
- что дадут эти понятия на практике?

### Семинарские занятия:

Важной составной частью учебного процесса в вузе являются семинарские/практические занятия. Планы семинарских занятий, их тематика, рекомендуемая литература, цель и задачи её изучения сообщаются преподавателем на вводных занятиях или берутся из РПД.

Подготовка к семинарскому занятию включает 2 этапа: 1-й – организационный; 2-й - закрепление и углубление теоретических знаний. На первом этапе студент планирует свою самостоятельную работу, которая включает:

- уяснение задания на самостоятельную работу;
- подбор рекомендованной литературы;
- составление плана работы, в котором определяются основные пункты предстоящей подготовки.

Второй этап включает непосредственную подготовку студента к занятию. Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. На лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов.

При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю. На семинаре каждый его участник должен быть готовым к выступлению по всем поставленным в плане вопросам, проявлять максимальную активность при их рассмотрении. Выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументировано. Преподаватель следит, чтобы выступление не сводилось к репродуктивному уровню (простому воспроизведению текста), не допускается и простое чтение конспекта.

При подготовке к практическим занятиям, обучающимся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо освоить основные понятия и методики расчета показателей, ответить на контрольные вопросы.

### Подготовка к зачётам и экзаменам:

При подготовке к зачёту по дисциплине обучающийся прорабатывает содержание лекций по своему конспекту и по рекомендованным учебникам. На каждый вопрос, обучающийся должен написать план ответа, кратко перечислить и запомнить основные факты, положения. На этапе подготовки к зачету обучающийся систематизирует и интегрирует информацию, относящуюся к разным разделам лекционного материала, лучше понимает взаимосвязь различных фактов и положений дисциплины, восполняет пробелы в своих знаниях.



Методические рекомендации к заданиям:

Выполнение домашнего задания студентом является повторением, закреплением и усвоением пройденного на занятии материала, подготовка к изучению новых вопросов, расширение и углубление знаний, формирование умений и навыков. Преподаватель формулирует домашнее задание оптимальным по объёму и содержанию с вопросами для обсуждения и расчетными задачами, предполагая преемственность перехода от ранее изученного к новому.

Темы рефератов, как правило, посвящены рассмотрению одной проблемы. Объём реферата может быть от 12 до 15 страниц машинописного текста. Текстовая часть работы состоит из Введения, Основной части и Заключения.

Во введении студент кратко обосновывает актуальность избранной темы реферата, раскрывает конкретные цели и задачи, которые он собирается решить в ходе своего небольшого исследования.

В основной части подробно раскрывается содержание вопроса (вопросов) темы.

В заключении кратко должны быть сформулированы полученные результаты исследования и даны выводы. Кроме того, заключение может включать предложения автора, в том числе и по дальнейшему изучению заинтересовавшей его проблемы.

В список литературы (источников и литературы) студент включает только те документы, которые он использовал при написании реферата.

## **9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Дисциплина ориентирована на применение компьютерной техники, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", электронной библиотеки МАИ для поиска, сбора, хранения, обработки и представления информации.

***Программное обеспечение, Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы:***

а) Программное обеспечение:

1. Microsoft Windows.
2. Microsoft Office.
3. Антивирус ESET NOD32.

## **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **303 Учебная аудитория:**

Аудитория, оборудованная учебной мебелью на 56 посадочных мест: столы, стулья для обучающихся; рабочее место для преподавателя.

Тематические стенды – 6 шт.

Доска аудиторная – 1 шт.

Настенный экран - 1 шт.

Переносной комплект мультимедийного оборудования (ноутбук FujitsuSiemens Amilo PI-1505, проектор BenQ PB7200)

Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа:

Microsoft Windows XP Home Russian(счёт-фактура №БС0922-05 от 22.09.2006, товарная накладная №БС0922-05 от 22.09.2006)

Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level, (лицензия № 49480690 от 21.12.2011)

Антивирус ESET NOD32 Smart security Business Edition (договор №Tr000330872 от 08.02.2019 г.)

### **104 Компьютерный класс Лаборатория Информационные технологии:**

Аудитория, оборудованная учебной мебелью на 14 посадочных мест: столы, стулья для обучающихся; рабочее место для преподавателя.

Экран настенный - 1 шт.

Комплект мультимедийного оборудования: проектор BenQ MP515.

Компьютеры – 14 шт.

Принтер HP1505 – 1 шт.

Доступ в сеть «Интернет» и в Электронно-информационную образовательную среду

Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа:

Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level (License № 49480690 от 21.12.2011)

Microsoft Office Professional Plus 2010 (Microsoft Open License № 49480690 от 21.12.2011)

Антивирус ESET NOD32 Smart security Business Edition (договор №Tr000330872 от 08.02.2019 г.)

### **116 Лаборатория Автоматика и диагностика:**

Аудитория, оборудованная учебной мебелью на 19 посадочных мест: столы, стулья для обучающихся; рабочее место для преподавателя.

Учебные стенды 3 шт.

Доска магнитно-маркерная – 1 шт.

Переносной комплект мультимедийного оборудования (ноутбук FujitsuSiemens Amilo PI-1505, проектор BenQ PB7200, проекционный экран)

Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа:

Microsoft Windows XP Home Russian (счёт-фактура №БС0922-05 от 22.09.2006, товарная накладная №БС0922-05 от 22.09.2006).

Microsoft Office Professional Plus 2010 (Microsoft Open License № 49480690 от 21.12.2011)

Антивирус ESET NOD32 Smart security Business Edition (договор №Tr000330872 от 08.02.2019 г.)

**Приложение 1**

**к рабочей программе дисциплины**  
**«Диагностика и надежность автоматизированных систем»**

**Аннотация рабочей программы**

Дисциплина "Диагностика и надежность автоматизированных систем" является частью "Блока 1 Дисциплины" дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 15.03.04 "Автоматизация технологических процессов и производств". Дисциплина реализуется на "Московского авиационного института (национального исследовательского университета)" кафедрой (кафедрами) .

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ПКР-3, ПКР-7.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с: основными понятиями и определениями надёжности. Количественные показатели надёжности технических и программных средств автоматизации. Методы определения показателей надёжности. Надёжность и эффективность систем автоматизации. Схему формирования отказов в системах автоматизации, управления и программно-технических средствах. Классификацию отказов. Систему обеспечения надёжности. Методы повышения надёжности и эффективности систем автоматизации, управления и программно-технических средств. Диагностирование – как средство повышения надёжности на стадии эксплуатации. Методы диагностирования систем автоматизации, управления и программно-технических средств. Алгоритмы диагностирования.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: Лекция, Практическое занятие, Лабораторная работа.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: промежуточная аттестация в форме Экзамен (7 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (24 часов), практические (14 часов), лабораторные (16 часов) занятия и (18 часов) самостоятельной работы студента.

**Приложение 2**

**к рабочей программе дисциплины**  
**«Диагностика и надежность автоматизированных систем»**

**Прикрепленные файлы**

**Расчет показателей надежности восстанавливаемых систем.pdf**

**Расчет показателей надежности невосстанавливаемых резервированных систем.pdf**

**Расчет показателей надежности невосстанавливаемых нерезервированных систем.pdf**

**Показатели и количественные характеристики надежности.pdf**

**Решение задач по теме раздела.pdf**

**Решение задач по теме раздела.pdf**

**Экзамен (7 семестр).pdf**

**Пример 4.1.** Коэффициент простоя  $K_{\Pi} = 0,1$ . Интенсивность восстановления  $\mu = 0,1 \cdot 10^{-3}$  1/ч. Определить вероятность отказа системы за 100 ч работы, если справедлив экспоненциальный закон надежности.

**Решение.** Для решения данной задачи воспользуемся следующими соотношениями:

$$K_{\Pi} = 1 - K_{\Gamma}; \quad K_{\Gamma} = \frac{\mu}{\lambda + \mu}; \quad Q(t) = 1 - e^{-\lambda t}.$$

Определим интенсивность отказов системы

$$\lambda = \frac{\mu(1 - K_{\Gamma})}{K_{\Gamma}} = \frac{\mu K_{\Pi}}{1 - K_{\Pi}} = \frac{0,1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1}{1 - 0,1} = 0,1 \cdot 10^{-4} \text{ (1/ч)}.$$

Определим вероятность отказа системы за время  $t = 100$  ч работы

$$Q(100) = 1 - e^{-0,1 \cdot 10^{-4} \cdot 100} = 0,001.$$

**Пример 4.2.** Аппаратура имела среднюю интенсивность отказа  $\lambda = \text{const} = 0,001$  1/ч и среднее время восстановления  $\bar{T}_B = 1$  ч. Определить коэффициент готовности  $K_{\Gamma}$  и вероятность отказа аппаратуры за 1 ч работы. Справедлив основной закон надежности.

**Решение.** Для решения данной задачи воспользуемся следующими соотношениями:

$$K_{\Gamma} = \frac{\mu}{\lambda + \mu}; \quad \bar{T}_O = \frac{1}{\lambda}; \quad Q(t) = 1 - e^{-\lambda t}.$$

Определим коэффициент готовности аппаратуры

$$K_{\Gamma} = \frac{\mu}{\lambda + \mu} = \frac{1}{\lambda \cdot \bar{T}_B + 1} = \frac{1}{0,001 + 1} = 0,999.$$

Определим вероятность отказа аппаратуры за время  $t = 1$  ч

$$Q(t) = 1 - e^{-\lambda t} = 1 - e^{-0,001} = 0,001.$$

**Пример 3.2.** Вероятность безотказной работы преобразователя постоянного тока в переменный в течение  $t = 1000$  ч равна 0,95. Для повышения надежности системы электроснабжения на объекте имеется такой же преобразователь, который включается в работу при отказе первого. Требуется рассчитать вероятность безотказной работы и среднюю наработку до первого отказа системы, состоящей из двух преобразователей.

**Решение.** В данном случае имеет место общее резервирование замещением кратности  $m = 1$ . Для расчета вероятности безотказной работы воспользуемся формулой (3.11):

$$P_C(t) = e^{-\lambda_0 t} \sum_{i=0}^m \frac{(\lambda_0 t)^i}{i!} = e^{-\lambda_0 t} (1 + \lambda_0 t).$$

По условию задачи вероятность безотказной работы основной системы  $P_0(1000) = e^{-\lambda_0 t} = 0,95$ , тогда  $\lambda_0 t = -\ln 0,95 = 0,05$ . Подставив эти значения в формулу, получим:

$$P_C(1000) = 0,95(1 + 0,05) = 0,9975.$$

**Пример 2.2.** Используя данные примера 2.1, вычислить среднюю наработку до первого отказа системы.

**Решение.** Средняя наработка до первого отказа системы  $\bar{T}_{o.c}$  вычисляется по формуле (2.2). Подставляя в формулу значение  $\lambda_c$  из примера 2.1, получим

$$\bar{T}_{o.c} = \frac{1}{\lambda_c} = \frac{1}{4,032 \cdot 10^{-3}} = 250 \text{ (ч)}.$$

**Пример 2.3.** Система состоит из трех блоков, средняя наработка до первого отказа которых равна  $\bar{T}_1 = 160$  ч,  $\bar{T}_2 = 320$  ч,  $\bar{T}_3 = 600$  ч. Для блоков справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется определить среднюю наработку до первого отказа системы.

**Решение.** Воспользуемся формулой (2.2) для средней наработки до первого отказа системы. В нашем случае интенсивность отказов системы равна

$$\lambda_c = \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 = \frac{1}{\bar{T}_1} + \frac{1}{\bar{T}_2} + \frac{1}{\bar{T}_3} = \frac{1}{160} + \frac{1}{320} + \frac{1}{600} = 0,011 \text{ (1/ч)}.$$

$$\bar{T}_{o.c} = \frac{1}{\lambda_c} = \frac{1}{0,011} = 91 \text{ (ч)}.$$

**Пример 2.5.** Вероятность безотказной работы одного элемента в течение времени  $t$  равна  $p(t) = 0,9997$ . Требуется определить вероятность безотказной работы системы, состоящей из  $N = 100$  таких элементов.

**Решение.** Вероятность безотказной работы системы равна  $P_C(t) = p^N(t) = (0,9997)^{100}$ . Вероятность  $p(t)$  близка к единице, поэтому для вычисления вероятности безотказной работы системы воспользуемся формулой (2.5). В нашем случае  $q(t) = 1 - p(t) = 1 - 0,9997 = 0,0003$ . Тогда вероятность безотказной работы системы  $P_C(t) = 1 - Nq(t) = 1 - 100 \cdot 0,0003 = 0,97$ .

**Пример 2.6.** Вероятность безотказной работы системы в течение времени  $t$  равна  $P_C(t) = 0,95$ . Система состоит из  $N = 120$  равнонадежных элементов. Необходимо найти вероятность безотказной работы элемента.

**Решение.** Вероятность безотказной работы элемента будет равна  $p_i(t) = \sqrt[N]{P_C(t)}$ . Так как вероятность безотказной работы системы близка к единице, то вычисления  $p(t)$  удобно выполнить по формуле (2.5). Для нашего случая  $Q_C(t) = 1 - P_C(t) = 1 - 0,95 = 0,05$ .

Тогда

$$p(t) = \sqrt[N]{P_C(t)} = 1 - \frac{Q_C(t)}{N} = \frac{0,05}{120} = 0,9996.$$





на испытание поставлено 1000 однотипных электронных ламп. За 3000 ч отказало 80 ламп, требуется определить вероятность безотказной работы  $P(t)$  и вероятность отказа  $Q(t)$  в течение 3000 ч

Дано:	Решение:
$N = 1000$ шт.	$P(t) = \frac{N - n(t)}{N};$
$\Delta t = 3000$ ч	
$n = 80$ шт.	$P(t) = \frac{1000 - 80}{1000} = 0,92;$
Найти:	$Q(3000) = 1 - P(3000) = 0,08$ или
$P(t)$	$Q(3000) = \frac{n(t)}{N} = \frac{80}{1000} = 0,08.$
$Q(t)$	

на испытание поставлено 1000 однотипных электронных ламп. За первые 3000 ч отказало 80 ламп, а за интервал времени 3000–4000 ч отказало еще 50 ламп. Требуется определить частоту  $f(\Delta t)$  и интенсивность  $\lambda(\Delta t)$  отказов электронных ламп в промежутке времени  $\Delta t = 3000$ –4000 ч.

Дано:	Решение:
$N = 1000$ шт.	$f(\Delta t_2) = \frac{n(\Delta t_2)}{N \cdot \Delta t_2};$
$\Delta t_1 = 3000$ ч	
$n_1 = 80$ шт.	$f(\Delta t_2) = \frac{50}{1000 \cdot 1000} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ ч}^{-1};$
$\Delta t_2 = [3000, 4000]$	$\lambda(\Delta t_2) = \frac{n(\Delta t_2)}{N_{CP} \cdot \Delta t_2},$
$n_2 = 50$ шт.	где $N_{CP} = \frac{N_{PAB\ 1} + N_{PAB\ 2}}{2};$
Найти:	$N_{PAB\ 1} = 1000 - 80 = 920$ шт.;
$a(\Delta t_2)$	$N_{PAB\ 2} = 1000 - 130 = 870$ шт.;
$\lambda(\Delta t_2)$	$N_{CP} = \frac{(1000 - 80) + (920 - 50)}{2} = 895$ шт.;
	$\lambda(\Delta t_2) = \frac{50}{895 \cdot 1000} = 5,58 \cdot 10^{-5} \text{ ч}^{-1}.$

Время безотказной работы гироскопического устройства с шарикоподшипниками в осях ротора гироскопа подчиняется закону Вейбулла

– Гнеденко с параметрами  $k = 1,5$ ,  $\lambda_0 = 10^{-4} \text{ ч}^{-1}$ , а время его работы  $t = 100 \text{ ч}$ . Требуется вычислить количественные характеристики надежности такого устройства.

Дано:	Решение:
$k = 1,5$	Используются формулы закона Вейбулла – Гнеденко для определения количественных характеристик.
$\lambda_0 = 10^{-4} \text{ ч}^{-1}$	Определяется вероятность безотказной работы:
$t = 100 \text{ ч}$	$P(t) = e^{-\lambda_0 \cdot t^k};$
Найти:	$P(100) = e^{-10^{-4} \cdot 100^{1,5}} = 0,9.$
$P(t)$	Частота отказов определяется по формуле
$f(t)$	$f(t) = \lambda_0 k t^{k-1} \cdot e^{-\lambda_0 t^k}.$
$\lambda(t)$	
$t_{cp}$	

Тогда

$$f(100) = 10^{-4} \cdot 1,5 \cdot 100^{0,5} \cdot 0,9 = 1,35 \cdot 10^{-3} \text{ ч}^{-1}$$

Интенсивность отказов определяется по формуле

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)};$$

$$\lambda(100) = \frac{f(100)}{P(100)} = \frac{1,35 \cdot 10^{-3}}{0,9} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ ч}^{-1}.$$

Вычисляется средняя наработка до первого отказа

$$t_{cp} = \Gamma\left(\frac{1}{k} + 1\right) / \lambda_0^{1/k}.$$

Сначала вычисляют значение гамма-функции, воспользовавшись справочными данными:

$$x = (1/k) + 1 = (1/1,5) + 1 = 1,67.$$

Значения гамма-функции

$x$	$\Gamma(x)$
1,67	0,90330

Полученные значения подставляют в формулу [8, с. 38]:

$$t_{cp} = 0,90330 / (10^{-4})^{1/1,5} \approx 418 \text{ ч}.$$

**Блок №1 Диагностика и надежность 7**

**Раздел №4 Надежность технических систем**

**Типовое задание №1 Решение задач по теме раздела**

**Тип:** Домашнее задание

**Трудоемкость(объем часов):** 20

**Тематика:** задачи на расчет надежности невосстанавливаемых изделий при основном соединении элементов.

**Типовые варианты:**

2.1. Аппаратура состоит из 2000 элементов, интенсивность отказов которых  $\lambda = 0,33 \cdot 10^{-5}$  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.

*Ответ:*  $P_A(200) = 0,27$ ;  $\bar{T}_{O.A} = 151,5$  ч.

2.2. Система управления состоит из 6000 элементов, интенсивность отказов которых  $\lambda = 0,16 \cdot 10^{-6}$  1/ч. Необходимо определить вероятность безотказной работы в течение времени  $t = 50$  часов и среднюю наработку до первого отказа. Для элементов справедлив экспоненциальный закон надежности.

*Ответ:*  $P_C(50) = 0,953$ ;  $\bar{T}_{O.C} = 1040$  ч.

2.3. Невосстанавливаемая в процессе работы радиоаппаратура сантиметрового диапазона состоит из 1000 элементов. Требуемое время непрерывной работы  $t = 200$  часов. Определить вероятность безотказной работы и среднюю наработку до первого отказа, если  $\lambda = \text{const} = 0,1 \cdot 10^{-5}$  1/ч.

*Ответ:*  $P_A(200) = 0,82$ ;  $\bar{T}_{O.A} = 1000$  ч.

**Блок №1 Диагностика и надежность 7**

**Раздел №2 Показатели надежности технических элементов и систем**

**Типовое задание №1 Решение задач по теме раздела**

**Тип:** Домашнее задание

**Трудоемкость(объем часов):** 8

**Тематика:** по расчету количественных показателей надежности, предлагаемые для самостоятельного решения.

**Типовые варианты:**

**1.1.** 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.

*Ответ:*  $P(3000) = 0,5$ ;  $P(3100) = 0,25$ ;  $P(3050) = 0,375$ ;  
 $\tilde{\alpha}(3050) = 2,5 \cdot 10^{-3}$  1/ч;  $\tilde{\lambda}(3050) = 6,67 \cdot 10^{-3}$  1/ч.

**1.2.** В течение 1000 ч из 10 гироскопов отказало 2. За интервал времени 1000 — 1100 ч отказал еще один гироскоп. Требуется найти частоту и интенсивность отказов гироскопов в промежутке времени 1000 — 1100 ч.

*Ответ:*  $\tilde{\alpha}(1050) = 10^{-3}$  1/ч,  $\tilde{\lambda}(1050) = 1,3 \cdot 10^{-3}$  1/ч.

## **Промежуточная аттестация №1**

Экзамен (7 семестр)

**Семестр:** 7

**Вид контроля:** Э

**Вопросы:**

## Промежуточная аттестация №1

Экзамен (7 семестр)

**Семестр: 7**

**Вид контроля: Э**

**Вопросы:**

1. Основные понятия и определения надежности и технической диагностики.
2. Качественные показатели надежности (безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость).
3. Количественные характеристики надежности: вероятность безотказной работы, частота отказов, интенсивность отказов, средняя наработка до отказа
4. Схема формирования отказов в автоматизированных систем. Классификация отказов.
5. Модели отказов. Отказы систем управления, технических систем и программного обеспечения.
6. Теоретические распределения наработки до отказа. Показательное распределение, усеченное нормальное распределение, распределение Релея, распределение Вейбула.
7. Теоретические распределения наработки до отказа. Распределение Вейбула, гамма-распределение. Выбор теоретического распределения.
8. Надежность нерезервированных автоматизированных систем. Основные этапы расчета надежности элементов систем.
9. Виды резервирования. Надежность резервированных автоматизированных систем.
10. Структурное резервирование без восстановления и с восстановлением.
11. Надежность автоматизированных систем с избыточностью. Методы расчета надежности со структурной избыточностью.
12. Надежность сложных систем. Методы расчета надежности сложных систем.
13. Параметрическая надежность сложных систем.
14. Надежность программного обеспечения автоматизированных систем.
15. Отказы программного обеспечения.
16. Оценка показателей надежности по экспериментальным данным.
17. Классификация видов и методов испытания.
18. Система обеспечения надежности автоматизированных систем. Источники информации о надежности автоматизированных систем.
19. Эксплуатационная надежность автоматизированных систем. Назначение норм эксплуатационных показателей автоматизированных систем.
20. Структура системы технического обслуживания автоматизированных систем.
21. Диагностика автоматизированных систем. Структура системы диагностирования
22. Задачи технической диагностики. Диагностические признаки.
23. Технические средства диагностирования автоматизированных систем.
24. Основные методы и средства диагностирования автоматизированных систем.
25. Алгоритмы диагностирования. Методы построения диагностических тестов.
26. Поиски неисправности. Процедура ремонта.
27. Принципы тестирования программного обеспечения.
28. Отладка программного обеспечения.