

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) **Юнаков Л. П.**
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ НАДЕЖНОСТЬ

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование жидкостных ракетных двигателей
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	5	4	144	51	17	0	34	93	0	0	93	ЭКЗ.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ
АППАРАТОВ _____

Мустейкис Антон Иванович, старший преподаватель

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Левихин А.А., к.т.н., доц. _____

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Левихин А.А., к.т.н., доц. _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

НАДЕЖНОСТЬ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-5 — способность проводить расчёты процессов в ракетных двигателях, прочности и надёжности изделий и их составных элементов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-5

знания:

Знает статистические методы и модели, применяемые для определения показателей работоспособности и надёжности технических объектов;

Знает как рассчитывать вероятности появления/проявления дефекта;

Знает принципы резервирования устройств;

умения:

Умение оценивать вероятность безотказной работы по структурной схеме надёжности устройства;

навыки:

Имеет навык определения продолжительности испытаний на надёжность.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **НАДЕЖНОСТЬ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И НАЧАЛА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ПАРАМЕТРОВ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-5
3	5	Раздел 1. Основы теории надежности. Надежность в технике термины и определения; Схема состояний изделий; Отказы; Восстанавливаемые и невосстанавливаемые элементы; Обеспечение требуемой надежности; Вероятностные характеристики надежности элементов: показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости; Определение показателей надежности.	29	11	3	8	18	10
3	5	Раздел 2. Математические модели надежности функционирования технических элементов и систем. Законы распределения; Экспоненциальная модель надежности; показательный закон распределения; ГОСТ Р 50779.27-2017 (МЭК 61649:2008) Статистические методы. Распределение Вейбулла. Анализ данных; Нормальная модель надежности (Гаусса); Распределение Рэлея; Сумма распределений.	32	14	4	10	18	25
3	5	Раздел 3. Составление структурных схем для расчета надежности. Последовательное (основное) соединение; Параллельное нагруженное соединение; Резервирование (Общее горячее резервирование с целой кратностью, Раздельное горячее резервирование с целой кратностью, Общее холодное резервирование с целой кратностью, Раздельное холодное резервирование с целой кратностью, Общее горячее резервирование с дробной кратностью (мажоритарное резервирование), Скользящее резервирование).	46	16	4	12	30	25
3	5	Раздел 4. Мероприятия по формированию показателей надёжности на различных стадиях проектирования. Виды технического обслуживания и ремонта; Принципы выбора показателей надежности; Методики выбора нормируемых показателей надежности; Назначение норм надежности и факторы, на них влияющие; Приемы распределения норм надежности по элементам.	14	2	2	0	12	20
3	5	Раздел 5. Жизненный цикл технической системы и надежность на различных его этапах. Стадии жизненного цикла и их влияние на надежность; Испытания на надежность (Определительные испытания, Контрольные испытания на надежность, Испытания, основанные на числе допустимых отказов равных нулю, Испытания, основанные на последовательном анализе, Ускоренные испытания).	17	6	2	4	11	10
3	5	Раздел 6. Надежность реактивных двигателей. ГОСТ 17655-89 Двигатели ракетные жидкостные. Термины и определения. ГОСТ Р 56079-2014 Изделия авиационной техники. Безопасность полета, надежность, контролепригодность, эксплуатационная и ремонтная технологичность. Номенклатура показателей. ГОСТ Р 58989-2020. Двигатели газотурбинные авиационные. Неразрушающий контроль основных деталей. ГОСТ 19919-74. Контроль автоматизированный технического состояния изделий авиационной техники. Термины и определения.	6	2	2	0	4	10
Всего за 5 семестр			144	51	17	34	93	100
Всего по дисциплине			144	51	17	34	93	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основы теории надежности.	Расчет вероятностных характеристик надежности элементов	8
2	Раздел 2. Математические модели надежности функционирования технических элементов и систем.	Расчет надёжности объектов, функция надежности которых подчиняется различным законам распределения.	10
3	Раздел 3. Составление структурных схем для расчета надежности.	Расчет надежности различных схем соединения систем	12
4	Раздел 5. Жизненный цикл технической системы и надежность на различных его этапах.	Расчет контрольных параметров испытаний на надежность	4
Всего за 5 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основы теории надежности.	Оформление отчета	8
2		Выполнение домашнего задания	10

3	Раздел 2. Математические модели надежности функционирования технических элементов и систем.	Оформление отчета	8
4		Выполнение домашнего задания	10
5	Раздел 3. Составление структурных схем для расчета надежности.	Оформление отчета	10
6		Выполнение домашнего задания	20
7	Раздел 4. Мероприятия по формированию показателей надёжности на различных стадиях проектирования.	Проработка теоретического материала.	12
8	Раздел 5. Жизненный цикл технической системы и надежность на различных его этапах.	Проработка теоретического материала.	11
9	Раздел 6. Надежность реактивных двигателей.	Проработка теоретического материала.	4
Всего за 5 семестр			93

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
5					ДЗ	ДР			ДЗ	ДР		ДЗ				ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ДЗ – домашнее задание;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. Н. Калинина. . Теория вероятностей и математическая статистика. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
2. В. Ю. Шишмарёв. . Надёжность технических систем. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
3. Е. А. Лисунов. . Практикум по надёжности технических систем. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
4. С. П. Тимошенков, Б. М. Симонов, В. Н. Горошко. . Основы теории надёжности. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. А. И. Коломенцев, М. В. Краев, В. П. Назаров. . Испытание и обеспечение надёжности ракетных двигателей. КрасноярскБГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, 1 экз.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://docs.cntd.ru/>.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Проектор.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **НАДЕЖНОСТЬ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-5 способность проводить расчёты процессов в ракетных двигателях, прочности и надёжности изделий и их составных элементов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с вопросами общей теории надёжности, закономерностями отказов технических систем. В курсе рассматриваются свойства, критерии и показатели надёжности технических систем, методы прогнозирования надёжности в процессе проектирования и эксплуатации технических систем, на этапе испытаний на надёжность, методы обеспечения и повышения надёжности технических систем.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**93 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 93 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Основы теории надежности.		
Оформление отчета	С. П. Тимошенко, Б. М. Симонов, В. Н. Горошко. . Основы теории надёжности: Москва: Юрайт, 2020 (2) Е. А. Лисунов. . Практикум по надёжности технических систем: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1)	8
Выполнение домашнего задания		10
Итого по разделу 1		18
Раздел 2. Математические модели надежности функционирования технических элементов и систем.		
Оформление отчета	В. Н. Калинина. . Теория вероятностей и математическая статистика: Москва: Юрайт, 2020 (5) С. П. Тимошенко, Б. М. Симонов, В. Н. Горошко. . Основы теории надёжности: Москва: Юрайт, 2020 (4)	8
Выполнение домашнего задания		10
Итого по разделу 2		18
Раздел 3. Составление структурных схем для расчета надежности.		
Оформление отчета	В. Ю. Шишмарёв. . Надёжность технических систем: Москва: Юрайт, 2020 (4,6)	10
Выполнение домашнего задания		20
Итого по разделу 3		30
Раздел 4. Мероприятия по формированию показателей надёжности на различных стадиях проектирования.		
Проработка теоретического материала.	В. Ю. Шишмарёв. . Надёжность технических систем: Москва: Юрайт, 2020 (1,3)	12
	С. П. Тимошенко, Б. М. Симонов, В. Н. Горошко. . Основы теории надёжности: Москва: Юрайт, 2020 (5)	
Итого по разделу 4		12
Раздел 5. Жизненный цикл технической системы и надежность на различных его этапах.		
Проработка теоретического материала.	С. П. Тимошенко, Б. М. Симонов, В. Н. Горошко. . Основы теории надёжности: Москва: Юрайт, 2020 (3,7)	11
Итого по разделу 5		11
Раздел 6. Надежность реактивных двигателей.		
Проработка теоретического материала.	А. И. Коломенцев, М. В. Краев, В. П. Назаров. . Испытание и обеспечение надёжности ракетных двигателей: КрасноярскБГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (1)	4
Итого по разделу 6		4

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- домашнее задание;
- вопросы к экзамену;
- экзамен.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Домашнее задание

Отчет по домашнему заданию представляется в электронном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета.

Прием отчета проходит в форме проверки отчета преподавателем по следующим критериям:

- верное представление исходных данных – 2 балла;
- верное использование расчетных зависимостей – 5 баллов;
- оформление задания в соответствии с шаблоном отчета – 3 балла.

За каждое задание не более 10 баллов.

Перечень заданий и шаблон отчета входит в состав УМК дисциплины.

Вопросы к экзамену

Набор вопросов состоит из расчетных задач на определение показателей надежности.

Оценивается правильность ответа и аргументация хода решения.

Задачи представлены в УМК по дисциплине.

Экзамен

Предусматривается два сценария проведения экзамена.

1. Экзамен выставляется по количеству баллов, заработанных обучающимся в течении семестра, с максимальной оценкой "хорошо". Суммарный балл выставляется по результатам написания диагностических работ, посещаемости аудиторных занятий и баллов за выполнение домашних заданий. Критерии оценивания:

менее 51 балла - неудовлетворительно;

51 - 74 балла - удовлетворительно;

75 - 84 балла - хорошо.

2. Для получения оценки "отлично" проводится экзамен в виде теста, включающего в себя расчетные задачи. Максимум за тест - 1 балл, который суммируется к оценке, полученной обучающимся по сумме баллов по сценарию №1.

Оценка "удовлетворительно" по сценарию №1 - 3 балла. Максимальная сумма баллов по сценарию №2 - 4 - оценка "хорошо";

Оценка "хорошо" по сценарию №1 - 4 балла. Максимальная сумма баллов по сценарию №2 - 5 - оценка "отлично".

Допуском к тесту является успешное прохождение текущего контроля успеваемости.

Вопросы представлены в УМК дисциплины

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-5	
3	5	Раздел 1. Основы теории надежности.	29	11	3	8	18	10	Домашнее задание
3	5	Раздел 2. Математические модели надежности функционирования технических элементов и систем.	32	14	4	10	18	25	Домашнее задание
3	5	Раздел 3. Составление структурных схем для расчета надежности.	46	16	4	12	30	25	Домашнее задание
3	5	Раздел 4. Мероприятия по формированию показателей надёжности на различных стадиях проектирования.	14	2	2	0	12	20	Вопросы к экзамену
3	5	Раздел 5. Жизненный цикл технической системы и надежность на различных его этапах.	17	6	2	4	11	10	Вопросы к экзамену
3	5	Раздел 6. Надежность реактивных двигателей.	6	2	2	0	4	10	Вопросы к экзамену
Всего за 5 семестр			144	51	17	34	93	100	
Всего по дисциплине			144	51	17	34	93	100	

Критерии оценивания

ПСК-5

Вопросы открытого типа:

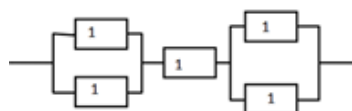
- № 1 Какой закон распределения вероятности безотказной работы описывает отказы, вызванные старением элемента и почему? Запишите развёрнутый обоснованный ответ.
- № 2 На каком этапе эксплуатации изделия интенсивность отказов монотонно убывает с увеличением наработки и почему? Запишите развёрнутый обоснованный ответ.
- № 3 На каком этапе эксплуатации изделия интенсивность отказов монотонно возрастает с увеличением наработки и почему? Запишите развёрнутый обоснованный ответ.
- № 4 Время наработки до отказа объекта распределено экспоненциально. Интенсивность отказов постоянна и равна $1 \cdot 10^{-3}$ ч⁻¹. Каково среднее время наработки до отказа в часах:

- 1000 ч;
- 100 ч;
- 500 ч.

- № 5 Выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Какие типы соединений на структурной схеме надежности возможны для двух последовательно соединенных на конструктивной схеме фильтров?:

- смешанное;
- последовательное;
- параллельное.

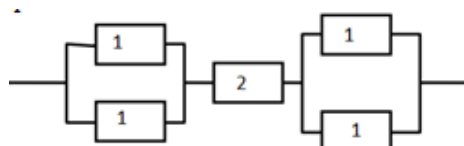
- № 6 Выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Определить вероятность безотказной работы системы по приведенной структурной схеме надежности при следующих условиях: рассматривается нормальный режим эксплуатации, интенсивность отказов элементов: $1 - 1 \cdot 10^{-3}$ ч⁻¹; время наработки – 1 ч. Итоговый результат округлить до трех знаков после запятой.



Выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа:

- 0,900;
- 0,999;
- 0,980.

- № 7 Определить вероятность безотказной работы системы по приведенной структурной схеме надежности при следующих условиях: рассматривается нормальный режим эксплуатации, интенсивность отказов элементов: $1 - 1 \cdot 10^{-5}$ ч⁻¹; $2 - 1 \cdot 10^{-3}$ ч⁻¹, время наработки – 100 ч. Итоговый результат округлить до трех знаков после запятой.



Выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа:

- 0,905;
- 0,900;
- 0,915.

- № 8 Определите интенсивность отказов системы из трех последовательно соединенных равнонадежных элементов в период нормальной эксплуатации. Интенсивность отказа элемента равна 0,001 ч⁻¹.

Выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа:

- 0,001 ч-1;
- 0,003 ч-1;
- 0,1 ч-1.

№ 9 Интенсивность отказов системы из трех последовательно соединенных равнонадежных элементов равна 0,003 ч-1. Определить среднюю наработку элемента до отказа в период нормальной эксплуатации.

Выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа:

- 1000 ч;
- 100 ч;
- 1500 ч.

№ 10 Время наработки до отказа объекта имеет распределение, близкое к нормальному, с параметрами $m = 1000$ ч, $\sigma = 100$ ч. Какова максимальная рациональная продолжительность испытаний объекта?

Выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа:

- 1000 ч;
- 1100 ч;
- 1300 ч.

Вопросы закрытого типа:

№ 1 Назовите основной показатель безотказности. Выберите из следующих вариантов:

Срок службы

Вероятность безотказной работы

Интенсивность отказов

Средняя наработка на отказ

№ 2 Какие отказы описывает экспоненциальный закон распределения? Выберите из следующих вариантов:

Внезапные

Постепенные

Износные

Прирабочные

№ 3 Какое из перечисленных соотношений является основной формулой надежности? Выберите из следующих вариантов:

А -

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

Б -

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}}$$

В -

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$$

№ 4 Установите соответствие события и вероятности его наступления.

- | | |
|--|--|
| А - Событие С заключается в том, что наступит одно из несовместных событий А или Б. | 1 - Вероятность события С равна произведению вероятности события А на условную вероятность события Б |
| Б - Событие С заключается в том, что наступят оба независимых события А и Б. | 2 - Вероятность события С равна произведению вероятностей событий А и Б |
| В - Событие С заключается в том, что при отказе элемента А наступает последующий отказ элемента Б. | 3 - Вероятность события С равна сумме вероятности события А и события Б |

№ 5 Установите соответствие вида резервирования и особенности поведения систем при отказе элементов.

- | | |
|-----------------------------|---|
| А -
Нагруженный резерв | 1 - При отказе зарезервированного элемента необходимо время перехода на резервный. |
| Б -
Ненагруженный резерв | 2 - При отказе зарезервированного элемента отсутствует время перехода на резервный. |
| | 3 - Невозможно определить поведение системы |

№ 6 Назовите основные приемы распределения норм надежности по элементам. Выберите из следующих вариантов:

Принцип равнонадежных элементов

Принцип соотношения надежностей элементов

Принцип совершенствования элементов

Принцип основного элемента

№ 7 Можно ли ориентироваться при задании показателей надежности ЖРД на показатели надежности ранее созданных ЖРД? Выберите из следующих вариантов:

Можно, только если эти ЖРД аналогичны по схеме подачи и компонентам топлива

Нельзя, каждый двигатель уникален

Можно, если это аналог по тяге

№ 8 Что характеризует параллельное соединение элементов системы на структурной схеме надежности системы? Выберите из следующих вариантов:

- Отказ системы наступает при отказе всех элементов
- Отказ системы наступает при отказе хотя бы одного элемента
- Отказ системы наступает при отказе некоторого количества элементов
- № 9 Отказ системы зависит от вероятности наступления всех событий
- Чем характеризуется схема с последовательным соединением большого числа относительно надежных элементов? Выберите из следующих вариантов:
- Высокой надежностью
- Низкой надежностью
- Высокой стоимостью
- Сложностью управления
- № 10 Установите последовательность проведения расчета надежности объекта со смешанным соединением элементов на структурной схеме надежности.
- А - расчет вероятности безотказной работы последовательного соединения
- Б - расчет вероятности безотказной работы блоков с параллельным соединением
- В - оценка вероятности безотказной работы каждого элемента