

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ НАДЕЖНОСТЬ

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование технологических процессов производства авиационных, ракетных двигателей и энергетических установок
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	3	108	51	34	0	17	57	0	0	57	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 _____

Русина Алена Андреевна, 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:

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

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-5

знания:

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

умения:

Умение оценивать надежность деталей и узлов;

Умение оценивать надежность различных логических схем;

навыки:

Имеет навык определения продолжительности испытаний на надежность;

Способен определить количество устройств с учетом их резервирования.

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: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **АВТОМАТИКА И РЕГУЛИРОВАНИЕ, 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 3 з.е., 108 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		ОПК-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.	18	10	6	4	8	15
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.	23	11	6	5	12	20
3	5	Раздел 3. Составление логических 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).	22	12	6	6	10	20
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.	16	6	6	0	10	10
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	8	6	2	9	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.	12	4	4	0	8	25
Всего за 5 семестр			108	51	34	17	57	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	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	4
2	Раздел 2. Математические модели надежности функционирования технических элементов и систем.	Расчет надёжности объектов, функция надежности которых подчиняется различным законам распределения.	5
3	Раздел 3. Составление логических схем для расчета надежности.	Расчет надежности различных схем соединения систем	6
4	Раздел 5. Жизненный цикл технической системы и надежность на различных его этапах.	Расчет контрольных параметров испытаний на надежность	2
Всего за 5 семестр			17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основы теории надежности.	Самостоятельная углубленная проработка разделов дисциплины. Повторение, самостоятельное решение типовых задач.	8

2	Раздел 2. Математические модели надежности функционирования технических элементов и систем.	Самостоятельная углубленная проработка разделов дисциплины. Повторение, самостоятельное решение типовых задач.	12
3	Раздел 3. Составление логических схем для расчета надежности.	Самостоятельная углубленная проработка разделов дисциплины. Повторение, самостоятельное решение типовых задач.	10
4	Раздел 4. Мероприятия по формированию показателей надёжности на различных стадиях проектирования.	Самостоятельная углубленная проработка разделов дисциплины.	10
5	Раздел 5. Жизненный цикл технической системы и надежность на различных его этапах.	Самостоятельная углубленная проработка разделов дисциплины. Повторение, самостоятельное решение типовых задач.	9
6	Раздел 6. Надежность реактивных двигателей.	Самостоятельная углубленная проработка разделов дисциплины.	8
Всего за 5 семестр			57

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	ЗДЧ	ЗДЧ	ЗДЧ	ЗДЧ, Вопр. Экз	ЗДЧ	ДР	ЗДЧ	ЗДЧ, Вопр. Экз, ДЗ	ЗДЧ	ДР	ЗДЧ	Вопр. Экз, ДЗ	ЗДЧ			ДР	

Условные обозначения:

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

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

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

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. Л. П. Юнаков. . Основы теории авиационных газотурбинных двигателей. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, эл. рес.
5. С. П. Тимошенко, 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:

1. Естественные и технические науки.

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

1. <https://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <https://docs.cntd.ru/> — Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации - 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;
2. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся.

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*:

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

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

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

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 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.		
Самостоятельная углубленная проработка разделов дисциплины. Повторение, самостоятельное решение типовых задач.	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
Итого по разделу 1		8
Раздел 2. Математические модели надежности функционирования технических элементов и систем.		
Самостоятельная углубленная проработка разделов дисциплины. Повторение, самостоятельное решение типовых задач.	С. П. Тимошенко, Б. М. Симонов, В. Н. Горошко. . Основы теории надёжности: Москва: Юрайт, 2020 (4) В. Н. Калинина. . Теория вероятностей и математическая статистика: Москва: Юрайт, 2020 (5)	12
Итого по разделу 2		12
Раздел 3. Составление логических схем для расчета надежности.		
Самостоятельная углубленная проработка разделов дисциплины. Повторение, самостоятельное решение типовых задач.	В. Ю. Шишмарёв. . Надёжность технических систем: Москва: Юрайт, 2020 (4, 6)	10
Итого по разделу 3		10
Раздел 4. Мероприятия по формированию показателей надёжности на различных стадиях проектирования.		
Самостоятельная углубленная проработка разделов дисциплины.	С. П. Тимошенко, Б. М. Симонов, В. Н. Горошко. . Основы теории надёжности: Москва: Юрайт, 2020 (5) В. Ю. Шишмарёв. . Надёжность технических систем: Москва: Юрайт, 2020 (1, 3)	10
Итого по разделу 4		10
Раздел 5. Жизненный цикл технической системы и надежность на различных его этапах.		
Самостоятельная углубленная проработка разделов дисциплины. Повторение, самостоятельное решение типовых задач.	С. П. Тимошенко, Б. М. Симонов, В. Н. Горошко. . Основы теории надёжности: Москва: Юрайт, 2020 (3, 7)	9
Итого по разделу 5		9
Раздел 6. Надежность реактивных двигателей.		
Самостоятельная углубленная проработка разделов дисциплины.	Л. П. Юнаков. . Основы теории авиационных газотурбинных двигателей: СПб.БГТУ	8

	<p>"ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1) А. И. Коломенцев, М. В. Краев, В. П. Назаров. . Испытание и обеспечение надёжности ракетных двигателей: КрасноярскБГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (1)</p>	
Итого по разделу 6		8

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

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

Вопросы к экзамену

Набор вопросов состоит из теоретических тестовых вопросов по дисциплине и тестовых задач на определение показателей надежности. Оценивается выбор правильного варианта ответа. Вопросы и задачи представлены в УМК по дисциплине.

Задачи

Оценивается правильность решения задачи - конечный результат.
Типовые задачи представлены в УМК по дисциплине.

Домашнее задание

Выполняется 2 домашних задания:

- Определение статистических показателей надежности невосстанавливаемых изделий по опытным данным

- Расчет сложных резервированных систем

Методика выполнения домашних заданий представлена в задании на ДЗ.

Домашние задания представлены в УМК дисциплины.

Каждое домашнее задание оценивается в 30 баллов.

Экзамен

Применяется балльно-рейтинговая система по дисциплине. В течение семестра проводятся диагностические работы, выполняются домашние задания.

Экзамен проводится в виде теста в ЭИОС Moodle, включает в себя теоретические вопросы и решение задач.

Вопросы представлены в УМК по дисциплине.

Баллы переводятся по следующей шкале:

0 - 51 - неудовлетворительно

51 - 74 - удовлетворительно

75 - 84 - хорошо

более 85 - отлично

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		ОПК-5	
3	5	Раздел 1. Основы теории надежности.	18	10	6	4	8	15	Задачи, Вопросы к экзамену
3	5	Раздел 2. Математические модели надежности функционирования технических элементов и систем.	23	11	6	5	12	20	Вопросы к экзамену, Задачи, Домашнее задание
3	5	Раздел 3. Составление логических схем для расчета надежности.	22	12	6	6	10	20	Вопросы к экзамену, Задачи, Домашнее задание
3	5	Раздел 4. Мероприятия по формированию показателей надёжности на различных стадиях проектирования.	16	6	6	0	10	10	Вопросы к экзамену
3	5	Раздел 5. Жизненный цикл технической системы и надежность на различных его этапах.	17	8	6	2	9	10	Вопросы к экзамену, Задачи
3	5	Раздел 6. Надежность реактивных двигателей.	12	4	4	0	8	25	Вопросы к экзамену
Всего за 5 семестр			108	51	34	17	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	

Критерии оценивания

ОПК-5

Вопросы открытого типа:

- № 1 При математическом моделировании и вычислении показателей надежности ГТД для описания схемы непрерывного, постепенного износа, при котором отказ не наступает вследствие первого же повреждения, а является следствием накопления повреждений применяют _____ распределение.
- Впишите верный вариант распределения
- № 2 При моделировании и математическом описании схемы узла ГТД с резервированием если имеется информация что число резервных элементов $\{k\}$, а число основных элементов $\{h\}$, то кратность резервирования описывается дробью ____ / ____
- № 3 С точки зрения моделирования и расчета надежности средняя наработка системы с параллельным соединением _____ средней наработки её элементов.
- Уточните понятие, поясните ответ
- № 4 Самым распространенным математическим распределением, применяемым при расчете надежности, является экспоненциальное распределение. Какая самая характерная особенность показателей объекта однозначно позволяет сделать вывод что надежность описывается именно экспоненциальным законом?
- № 5 Двухпараметрическое распределение Вейбулла - распределение, наиболее широко используемое при анализе ресурса сложных технических систем, в том числе газотурбинных двигателей. Оно является предельным, при определенных значениях параметров вырождающимся в другие виды распределений. С помощью какого параметра удастся описать нестационарный поток отказов, соответствующий трем периодам жизни изделия?
- № 6 При составлении конструкторской, инженерно-технической документации на проектируемый ГТД, в нормативно-технической документации должны быть указаны факторы, влияющие на надежность с точки зрения технологической подготовки производства, встречающиеся на стадии изготовления изделия. Перечислите факторы?
- № 7 Нарботка на отказ испытываемого изделия подчиняется экспоненциальному закону распределения. Интенсивность отказа системы равна $\lambda=4,5 \cdot 10^{-5} \text{ 1/ч}$. Определить вероятность безотказной работы за время 100 часов работы.
- № 8 Устройство стенда испытаний ГТД состоит из 5-х параллельно соединенных контролирующих устройств, вероятности безотказной работы которых равны $p_1 = 0,82$, $p_2 = 0,78$, $p_3 = 0,89$, $p_4 = 0,72$, $p_5 = 0,95$. Определить вероятность безотказной работы системы тестирования, при условии, что отказы элементов статистически независимы?
- № 9 Процент брака при изготовлении лопаток компрессора 0,10%. Какова вероятность при выборочных испытаниях на надежность среди 2000 лопаток обнаружить 8 бракованных?
- № 10 Исследовали работу десяти невосстанавливаемых элементов машины. Нарботка их до отказа составила, сут: 21,42, 68, 36, 18,49, 16, 22, 74, 19. Необходимо определить интенсивность отказов в период между 20 и 50 сутками работы.
- № 11 Интенсивность отказов электрического элемента системы автоматики ГТД равна $\lambda=10^{-6} \text{ 1/час}$. Отказы элемента подчиняются экспоненциальному закону распределения случайной величины. Найти вероятность безотказной работы элемента в течение 10 000 часов
- № 12 В течение некоторого периода времени производилось наблюдение за работой наземного ГТД на станции по перекачке природного газа. За весь период наблюдения было зарегистрировано 15 отказов. До начала наблюдения станция проработала 258 ч, к концу наблюдения наработка станции составила 1233 ч. Требуется определить среднюю наработку ГТД на отказ.
- № 13 Применение функционально-ориентированных свойств компонентов ГТД с точки зрения исчерпания ресурса каждого элемента ГТД позволяет добиться _____ разрушения всех структурных элементов ГТД (например,

поверхностей, поверхностных слоев, объемных элементов, геометрических размеров и формы)

вставьте понятие

Вопросы закрытого типа:

№ 1 Для решения инженерных задач надежность - свойство объекта, сложной технической системы, сохранять во времени способность выполнять требуемые функции

выберите верный вариант ответа

- круглосуточно, по мере необходимости включаясь в эксплуатацию
- в заданных режимах и условиях применения
- нормированных условиях технического обслуживания, хранения и транспортирования
- немедленно с точки зрения готовности применения
- в условиях неблагоприятной внешней среды
- при эксплуатации в благоприятных климатических условиях и при воздействиях разных неагрессивных сред

№ 2 Коэффициент условий применения связывает физическую и математическую модель ГТД как

выберите верный вариант ответа

- отношение показателя надежности рассматриваемого объекта и прототипа
- среднеквадратическое отклонение разницы показателя надежности рассматриваемого объекта и прототипа
- произведение нормировочного показателя условий применения и показателя надежности прототипа
- коэффициент экстраполяции изменения показателя надежности рассматриваемого прототипа по годам

№ 3 С эксплуатационной точки зрения технический ресурс (ресурс) ГТД представляет собой

выберите верный вариант ответа

- предел физических свойств материала, из которого изготавливается изделие
- значение фактического уровня надежности узла двигателя или стендового оборудования, которое установлено в нормативно-технической документации
- наработку узла двигателя или стендового оборудования от начала его эксплуатации до предельного состояния
- значение запаса функциональных характеристик узла двигателя или стендового оборудования до границы физико-химического разрушения и деградации состояния

№ 4 Соотнесите виды техобслуживания и их характерные особенности с точки зрения обеспечения инженерной надежности эксплуатации изделия:

А техобслуживание по календарным срокам

Б техобслуживание по выработке установленных заранее межремонтных ресурсов

В техобслуживание по техническому состоянию

1 дополнительное устройство в конструкции

2 требуется выделение/определение основного граничного контролируемого параметра

3 повышенные материальные затраты

- № 5 С точки зрения физико-механических процессов, происходящих в изделии за весь его жизненный цикл, основной причиной снижения надежности в процессе эксплуатации является:
- выберите верный вариант ответа
- Износ и старение
 - Влияние внешней среды
 - Трение и люфты сочленений
 - Низкое качество изготовления лопаток
- № 6 На этапе жизненного цикла _____ для ГТД происходит выявление слабых мест, неудачных конструктивных и технологических решений и их устранение.
- Вставьте нужный вариант
- Доводка
 - Приработка
 - Износ
 - Облицовочное проектирование
- № 7 Охарактеризуйте испытания в зависимости от целей и характера получаемой информации:
- А Функциональные испытания
- Б Испытания на надежность
- 1 определение или оценка показателей безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости
- 2 проверка способности объекта выполнять работу, для которой оно предназначено
- № 8 Технический ресурс (ресурс) узла двигателей и стендового оборудования представляет собой
- выберите верный вариант ответа
- значение фактического уровня надежности узла двигателя или стендового оборудования, которое установлено в нормативно-технической документации
 - значение запаса функциональных характеристик узла двигателя или стендового оборудования до границы предельного состояния
 - наработку узла двигателя или стендового оборудования от начала его эксплуатации до предельного состояния
 - наработку объекта после проведения ремонтных восстановительных операций до предельного состояния
- № 9 При расчете показателя безотказной работы простой системы в каком порядке необходимо проводить вычисление показателей подучастков логической схемы?
- Шаг 1
- Шаг 2
- Шаг 3
- А последовательное соединение элементов
- Б параллельное соединение элементов
- В резервирование элементов

выберите верный вариант ответа

- дублируют функционал основных изделий и находятся в одинаковом с ними режиме
- происходит перераспределение между оставшимися элементами системы для замещения функций вышедших из строя элементов
- основной элемент заменяется резервным на время ремонта и технического обслуживания
- резервные изделия замещают основные после их отказа