

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Левихин А.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 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: 2025

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 — Способен 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	<b>Раздел 1. Основы теории надежности.</b> 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	<b>Раздел 2. Математические модели надежности функционирования технических элементов и систем.</b> 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	<b>Раздел 3. Составление логических схем для расчета надежности.</b> 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	<b>Раздел 4. Мероприятия по формированию показателей надёжности на различных стадиях проектирования.</b> 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	<b>Раздел 5. Жизненный цикл технической системы и надежность на различных его этапах.</b> 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	<b>Раздел 6. Надежность реактивных двигателей.</b> 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
<b>Всего за 5 семестр</b>			108	51	34	17	57	100
<b>Всего по дисциплине</b>			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
<b>Всего за 5 семестр</b>			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
<b>Всего за 5 семестр</b>			<b>57</b>

#### 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, 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/>.

### 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](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 Способен 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.
<b>Раздел 1. Основы теории надежности.</b>		
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
<b>Раздел 2. Математические модели надежности функционирования технических элементов и систем.</b>		
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
<b>Раздел 3. Составление логических схем для расчета надежности.</b>		
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
<b>Раздел 4. Мероприятия по формированию показателей надёжности на различных стадиях проектирования.</b>		
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
<b>Раздел 5. Жизненный цикл технической системы и надежность на различных его этапах.</b>		
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
<b>Раздел 6. Надежность реактивных двигателей.</b>		
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	

## Оценочные материалы по дисциплине НАДЕЖНОСТЬ

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

№ 1 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

При определительных испытаниях деталей и узлов запись  $[N = 270. M, r = 36]$  означает что...

Испытания проводятся для \_\_\_\_ изделий с восстановлением после отказов до тех пор, пока число отказов достигнет \_\_\_\_

1. 270
2.  $36/270 = 0,13$
3.  $270/36 = 7,5$
4. 36
5.  $270 \cdot 36 = 9720$

№ 2 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

От какого сочетания факторов зависит целесообразность применения функционально-ориентированных свойств (ФОС) элементов в ГТД с точки зрения надежности и экономической эффективности?

1. себестоимость эксплуатации ГТД с % деталей с ФОС
2. продолжительность эксплуатации ГТД с % деталей с ФОС
3. минимизация функции риска эксплуатации ГТД с % деталей с ФОС
4. стоимость ГТД
5. стоимость и продолжительность ремонта ГТД без деталей с ФОС
6. стоимость изготовления ГТД с % деталей с ФОС

№ 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Существует два метода инструментального контроля ГТД, закладываемых при проектировании, указываемых в конструкторской документации. Охарактеризуйте метод «образа».

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите виды техобслуживания и их характерные особенности с точки зрения обеспечения инженерной надежности эксплуатации изделия:

1. техобслуживание по календарным срокам
  2. техобслуживание по выработке установленных заранее межремонтных ресурсов
  3. техобслуживание по техническому состоянию
- 
- а. дополнительное устройство в конструкции
  - б. требуется выделение/определение основного граничного контролируемого параметра
  - в. повышенные материальные затраты
  - г. экономия материалов при производстве изделия

№ 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

При составлении конструкторской документации на детали и узлы двигателей и стендового оборудования, в ней должны быть указаны факторы, влияющие на надежность на стадии изготовления изделия. Опишите эти факторы.

№ 6 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите виды испытаний и стадии жизненного цикла изделия:

1. разработка решений двигателя, в том числе схемных, оценка будущих условий эксплуатации, процессов
  2. проработка новых технических решений элементов двигателя, модернизация частей двигателя
  3. проверка работоспособности изделия в режиме реального времени на реальном устройстве
  4. установление соответствия параметров двигателя параметрам, определенным техническим заданием на создание двигателя, оценка эксплуатационного совершенства, установление эталона для серийного производства
- 
- а. научно-исследовательские испытания
  - б. государственные испытания
  - в. узловые испытания
  - г. эксплуатационные испытания
  - д. испытания на гамма-процентный ресурс

№ 7 Прочитайте текст и установите последовательность

При расчете показателя безотказной работы простой системы в каком порядке необходимо проводить вычисление показателей подучастков логической схемы?

1. параллельное соединение элементов
2. резервирование элементов
3. последовательное соединение элементов

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Технический ресурс (ресурс) узла двигателей и стендового оборудования представляет собой

- 1 значение фактического уровня надежности узла двигателя или стендового оборудования, которое установлено в нормативно-технической документации
- 2 наработку узла двигателя или стендового оборудования от начала его эксплуатации до предельного состояния
- 3 значение запаса функциональных характеристик узла двигателя или стендового оборудования до границы предельного состояния
- 4 наработку объекта после проведения ремонтных восстановительных операций до предельного состояния

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Для определения показателя надежности узла двигателя на испытание поставлено 1000 однотипных компонентов, за 3000 часов отказало 80 компонентов.

Чему равна вероятность безотказной работы  $P(t)$  для применяемого компонента? приведите механику расчета

1. 0,33



2. 0,92

3. 0,027

4. 0,84

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Основной причиной снижения надежности в процессе эксплуатации является:

1. Износ и старение
2. Влияние внешней среды
3. Трение и люфты сочленений
4. Низкая квалификация персонала

Из-за чего происходит снижение надежности?

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

При включении резерва по способу замещения резервные элементы до момента включения в работу могут находиться в состояниях:

1. нагруженном («горячем») резерве
2. храниться в хранилище запасных частей (ЗИП-резерв)
3. полупогружной (полувключенный) резерв
4. облегченном («тёплом») резерве
5. ненагруженном («холодном») резерве
6. полунагруженном («прохладном») резерве
7. стратегическом («возможном») резерве

№ 12 Прочитайте текст и установите последовательность

При определении показателя надежности узла, имеющего вид мостиковой структуры, предполагается вычисление при различных состояниях ключевого элемента. Определите последовательность вычислений:

1. Определяется вероятность безотказной работы объекта как сумма схемы с надежным и ненадежным ключевым элементом
2. Считается, что элемент находится в состоянии отказа. Тогда на схеме его положение следует обозначить обрывом цепи. Определяется вероятность безотказной работы схемы
3. В качестве ключевого элемента выбирается элемент, который имеет наибольшее число соединений с другими элементами объекта.
4. Считается, что элемент является абсолютно надежным. Тогда вместо элемента можно поставить жесткую связь и определяется вероятность безотказной работы схемы