

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Левихин А.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ПАРАМЕТРОВ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

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	
5	10	3	108	68	34	0	34	40	0	0	40	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**

## **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ПАРАМЕТРОВ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

### **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-4 — Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов авиационной и ракетно-космической техники

ПК-4 — Способен проводить работы по обработке, анализу результатов экспериментальных исследований, испытаний ракетных двигателей и их элементов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-4**

*знания:*

знание методов учета цены пропуска дефекта и цены ложной тревоги при принятии решения о снятии изделия с эксплуатации;

*умения:*

умение аппроксимировать полученные данные для прогнозирования состояния и выделять полезный сигнал на фоне помех для принятия технически и экономически обоснованных решений;

*навыки:*

навык принятия технически обоснованного решения на основе анализа полученных данных.

### **ПК-4**

*знания:*

знание принципов построения математических моделей реальных сложных технических систем и ограничений на них, различий модели и объекта, особенностей анализа полученных результатов;

*умения:*

умение интерпретировать результаты и работать с функцией риска;

*навыки:*

навык анализа получаемых экспериментальных данных.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ПАРАМЕТРОВ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВВЕДЕНИЕ В ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ПК-94 — Способен к управлению информацией и данными, поиску источников информации и данных, восприятию, анализу, запоминанию и передаче информации с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения 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-4	ПК-4
5	10	Раздел 1. Постановка задачи оценки состояния и параметров СТС. Введение. Понятие системы и модели системы, этапы идентификации. Структура задачи технического контроля, этапы обработки информации для принятия технического решения.	22	18	8	10	4	15	15
5	10	Раздел 2. Постановка задачи распознавания состояния СТС. Методы распознавания в вероятностной постановке, в пространстве параметров.	36	18	8	10	18	60	30
5	10	Раздел 3. Теория графов в задачах оценки состояния. Граф-модели и основы теории марковских процессов. Математический аппарат марковских процессов.	12	6	4	2	6	5	10
5	10	Раздел 4. Метод наименьших квадратов. Математическая постановка задачи метода наименьших квадратов, матричный, скалярный алгоритм. Критерии качества.	20	14	8	6	6	10	30
5	10	Раздел 5. Фильтр Калмана. Задача оптимального оценивания и фильтрации, алгоритм Калмана. Синтез наблюдателя для оценивания вектора переменных состояния.	18	12	6	6	6	10	15
Всего за 10 семестр			108	68	34	34	40	100	100
Всего по дисциплине			108	68	34	34	40	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Постановка задачи оценки состояния и параметров СТС.	Испытания ракетных двигателей на твердом топливе	10
2	Раздел 2. Постановка задачи распознавания состояния СТС.	Решение задачи о состоянии ДУ различными методами распознавания: Метод Байеса Метод минимального риска Метод минимального числа ошибочных решений Метод максимального правдоподобия Метод минимакса	10
3	Раздел 3. Теория графов в задачах оценки состояния.	Граф диагностирования состояния СТС.	2
4	Раздел 4. Метод наименьших квадратов.	Построение линейной, квадратичной зависимости различными способами	6
5	Раздел 5. Фильтр Калмана.	Измерение уровня жидкости в топливном баке ракеты	2
6		Идентификация параметров САУ газотурбинных двигателей с помощью многомерного фильтра Калмана	4
Всего за 10 семестр			34

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Постановка задачи оценки состояния и параметров СТС.	Проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе и конспекту.	4

2	Раздел 2. Постановка задачи распознавания состояния СТС.	Проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе и конспекту. Решение типовых задач. Выполнение домашнего задания: решение задачи определения порогового значения принятия решения различными методами распознавания.	18
3	Раздел 3. Теория графов в задачах оценки состояния.	Проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе и конспекту.	6
4	Раздел 4. Метод наименьших квадратов.	Проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе и конспекту. Самостоятельное решение задач. Выполнение домашнего задания по написанию программы автоматизации решения задачи определения коэффициентов зависимости.	6
5	Раздел 5. Фильтр Калмана.	Проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе и конспекту.	6
<b>Всего за 10 семестр</b>			<b>40</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
10		Вопр. Экз	Вопр. Экз	Вопр. Экз	Вопр. Экз, ЗДЧ	ДР	ДЗ, Вопр. Экз, ЗДЧ	ДЗ	Вопр. Экз	ДР	Вопр. Экз, ЗДЧ	ДЗ, Вопр. Экз	ДЗ, Вопр. Экз	Вопр. Экз	Вопр. Экз	ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

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

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

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

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Васильев, И. Н. Мельникова. . Методы прикладного анализа результатов натурных измерений в окружающей среде. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, эл. рес.
2. В. Г. Пименов. . Численные методы. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
3. В. П. Белов. . Испытания ракетных двигателей на твёрдом топливе. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 42 экз.
4. Г. А. Клековкин. . Теория графов. Среда Maxima. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
5. И. Л. Петрова, А. В. Клочков, Н. Е. Баранов. . Стохастическая фильтрация в задачах динамики полёта. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 37 экз.
6. Л. Д. Певзнер. . Теория систем управления. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
7. М. О. Асанов, В. А. Баранский, В. В. Расин. . Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы. СПб.: Лань, 2010, 8 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

1. Авиакосмическое приборостроение;
2. Автоматизация процессов управления.

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

1. <https://repository.library.voenmeh.ru/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://ura.it.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов..

### 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:

1. Matlab 2015a SP1.

### 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. Matlab 2015a SP1.

### **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 **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ПАРАМЕТРОВ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ** 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-4 Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов авиационной и ракетно-космической техники;

ПК-4 Способен проводить работы по обработке, анализу результатов экспериментальных исследований, испытаний ракетных двигателей и их элементов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с задачами контроля технического состояния сложной технической системы, качеством моделей систем мониторинга и контроля, требованиям к ним, а также математической постановкой задач распознавания состояния, идентификации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы к экзамену;
- задачи;
- 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 (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**40 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 40 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. Постановка задачи оценки состояния и параметров СТС.</b>		
Проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе и конспекту.	А. В. Васильев, И. Н. Мельникова. . Методы прикладного анализа результатов натурных измерений в окружающей среде: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (1) В. П. Белов. . Испытания ракетных двигателей на твердом топливе: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1-2)	4
Итого по разделу 1		4
<b>Раздел 2. Постановка задачи распознавания состояния СТС.</b>		
Проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе и конспекту. Решение типовых задач. Выполнение домашнего задания: решение задачи определения порогового значения принятия решения различными методами распознавания.	И. А. Биргер. Техническая диагностика: М.: Машиностроение, 1978 (1-5)	18
Итого по разделу 2		18
<b>Раздел 3. Теория графов в задачах оценки состояния.</b>		
Проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе и конспекту.	М. О. Асанов, В. А. Баранский, В. В. Расин. . Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы: СПб.: Лань, 2010 (1-2) Г. А. Клековкин. . Теория графов. Среда Maxima: Москва: Юрайт, 2020 (1)	6
Итого по разделу 3		6
<b>Раздел 4. Метод наименьших квадратов.</b>		
Проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе и конспекту. Самостоятельное решение задач. Выполнение домашнего задания по написанию программы автоматизации решения задачи определения коэффициентов зависимости.	В. Г. Пименов. . Численные методы: Москва: Юрайт, 2020 (4)	6
Итого по разделу 4		6
<b>Раздел 5. Фильтр Калмана.</b>		
Проработка раздела дисциплины по рекомендуемой литературе и конспекту.	И. Л. Петрова, А. В. Клочков, Н. Е. Баранов. . Стохастическая	6

	<p>фильтрация в задачах динамики полёта: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (5)</p> <p>Л. Д. Певзнер. . Теория систем управления: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (13)</p>	
Итого по разделу 5		6

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

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

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

Содержат теоретические тестовые задачи и расчетные задачи. Каждый вопрос и задача дают вклад в общую оценку. Вопросы и типовые задачи представлены в УМК дисциплины.

#### **Домашнее задание**

По курсу предполагается 4 домашних задания:

Домашнее задание «Распознавание состояния СТС методом Байеса»: оценивается верность хода решения и уникальность выводов.

Домашнее задание «Распознавание состояния СТС по методам принятия статистических решений»: оценивается верный ли способ решения был выбран и верность выбора итогового результата

Домашнее задание «Оценка недоступного вектора состояния системы методом наименьших квадратов уравнением линейной зависимости», Домашнее задание «Оценка недоступного вектора состояния системы методом наименьших квадратов уравнением квадратичной зависимости»: оценивается корректность вычислений

Каждое домашнее задание оценивается в 15 баллов

#### **Задачи**

Оценивается правильность решения задачи и ход решения. Типовые задачи представлены в УМК дисциплины.

#### **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

85+ - отлично

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		ОПК-4	ПК-4	
5	10	Раздел 1. Постановка задачи оценки состояния и параметров СТС.	22	18	8	10	4	15	15	Вопросы к экзамену
5	10	Раздел 2. Постановка задачи распознавания состояния СТС.	36	18	8	10	18	60	30	Вопросы к экзамену, Задачи, Домашнее задание
5	10	Раздел 3. Теория графов в задачах оценки состояния.	12	6	4	2	6	5	10	Вопросы к экзамену
5	10	Раздел 4. Метод наименьших квадратов.	20	14	8	6	6	10	30	Вопросы к экзамену, Задачи, Домашнее задание
5	10	Раздел 5. Фильтр Калмана.	18	12	6	6	6	10	15	Вопросы к экзамену
Всего за 10 семестр			108	68	34	34	40	100	100	
Всего по дисциплине			108	68	34	34	40	100	100	

## Оценочные материалы по дисциплине ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ПАРАМЕТРОВ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

**ОПК-4 - Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов авиационной и ракетно-космической техники**

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

Двигатель – сложный объект авиационной и ракетно-космической техники, который как объект контроля характеризуется:

1. совокупностью подсистем
2. набором тактико-технических характеристик, заданным априори
3. вектором изменяемых параметров
4. вектором контролируемых параметров

Поясните ответ.

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

Если множество состояний и диагнозов ограничено и известно, чему равна сумма вероятностей нахождения системы в диагнозе? Поясните ответ

- 1) 0
- 2) 1
- 3) 0,67
- 4) 0,33

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

Что предполагает принцип выбора оценки "минимакс Неймана" при построении наилучшего функционала оценки при использовании фильтра Калмана?

1. оценку выбирают таким образом, чтобы функция потерь базировалась на самых безопасных возможных сценариях работы с ошибкой распознавания
2. оценку выбирают таким образом, чтобы она соответствовала одному конкретному значению  $x$ , при котором достигается верхняя грань условного риска
3. оценку выбирают таким образом, чтобы она соответствовала среднему значению, найденному с учетом вероятности появления каждого значения
4. оценку выбирают таким образом, чтобы получить минимальное значение вероятности пропуска дефекта при максимальной вероятности ложной тревоги

№ 4 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

При оценке технического состояния объекта авиационной и ракетно-космической техники функцией риска называют суммарную ошибку. Что включает в себя суммарная ошибка?

№ 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

При использовании методов распознавания состояния объектов авиационной и ракетно-космической техники в вероятностной постановке при работе с методами принятия статистических решений формируется функция риска, агрегирующая исходные статистические данные. Какой смысл имеет параметр «цена ошибки» и каких видов он бывает?

№ 6 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите применяемые методы распознавания состояния узла двигателя и их возможности:

- 1 Дихотомия
- 2 Классификация

А) Распределение по множеству различных классам

Б) Выбор одного из двух возможных диагнозов

В) трехмерная постановка задачи диагностирования по трем параметрам

№ 7 Прочитайте текст и установите последовательность

При построении системы технического контроля, для принятия решения о техническом состоянии объекта, корректного анализа результатов, необходимо пройти последовательно этапы:

- 1) Преобразование (с помощью датчиков, преобразователей и других компонентов измерительного канала) вектора измеряемых параметров в вектор результатов измерений для реализации процесса измерения
- 2) На основании нормативной информации о возможных технических состояниях объекта с одной стороны, и на основании оценки текущего состояния объекта в виде вектора восстановленных контролируемых параметров с другой стороны, принимается решение в каком из состояний находится объект в данный момент времени
- 3) Сбор контролируемых параметров в вектор контролируемых параметров
- 4) Процесс накопления, необходимый для обеспечения сохранности уже полученных в предшествующие моменты времени функционирования системы контроля данных для учета их при принятии решения в текущий момент времени

№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность

Для оценки и идентификации состояния узла ракетного двигателя необходимо пройти ряд последовательных процедур:

- 1) Структурная идентификация
- 2) Параметрическая идентификация
- 3) Сбор экспериментальных данных
- 4) Формулировка функции риска и качества идентификации
- 5) Верификация модели

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

Какие недостатки характерны для метода распознавания в вероятностной постановке – метода Байеса:

- 1) Возможно диагностирование только для двух состояний
- 2) Редко встречающиеся диагнозы не учитываются
- 3) Постановка задачи предполагает марковские процессы
- 4) Необходимо много априорной информации

Поясните недостатки.

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

С точки зрения построения структуры системы управления и принятия решений какие системы способны реагировать на внешние возмущения и корректировать управляющий сигнал? Обоснуйте ответы.

- 1) Разомкнутые системы
- 2) Системы с компенсацией возмущений
- 3) Адаптивные системы
- 4) Стохастические системы



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

Граф оценки состояния ракетного двигателя твердого топлива может быть представлен в виде блок-схемы или таблицы, где каждый параметр состояния двигателя и его оценка имеет свою ячейку или узел. При анализе и оценке состояния двигателя используются методы и алгоритмы определения вероятности возникновения неисправностей и прогнозирования ресурса. Математическая модель графа содержит:

- 1) перечень состояний, в которых может находиться случайный процесс
- 2) функцию плотности вероятности безотказной работы
- 3) матрицу переходов, описывающая переходы случайного процесса между состояниями в виде матрицы вероятностей/интенсивностей переходов
- 4) условные вероятности переходов в предположении что процессы – марковские

Поясните для чего используются составляющие математической модели.

№ 12 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Для обработки результатов наблюдений, траекторных задач и т.д. изделий авиационной и ракетно-космической техники используется метод наименьших квадратов. Что предполагает этот метод с вычислительной точки зрения?

№ 13 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите методы принятия статистических решений и их применимость с точки зрения информации об объекте и действующих ограничений и рисков:

- 1 Метод минимального риска
- 2 Метод минимального числа ошибочных решений
- 3 Метод максимального правдоподобия
- 4 Метод минимакса

А стоимости ошибок ложной тревоги и пропуска дефектов точно неизвестны, но из практических соображений можно принять, что они примерно одинаковы

Б отсутствуют предварительные статистические сведения о вероятностях появления диагнозов

В имеется полная информация о ценах ложной тревоги и пропуска дефекта, о вероятностях нахождения объектов в исправном и неисправном диагнозах, о виде функций плотности вероятности распределения параметра

Г вероятность неисправного состояния мала, а цена пропуска дефекта значительно больше цены ложной тревоги

Д число испытаний заранее не устанавливается, их проводится столько, сколько необходимо для принятия решения с определённой степенью риска, выбранные варианты полностью исключают риск

**ПК-4 - Способен проводить работы по обработке, анализу результатов экспериментальных исследований, испытаний ракетных двигателей и их элементов**

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Предположим Вы решаете задачу распознавания для объекта в двух состояниях: работоспособен (D1) и неработоспособен (D2).

Если объект находится в состоянии работоспособен, какое условие должно выполняться для его дискриминантной функции?

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Какой информацией о двигателе необходимо обладать для возможности использования диагностического метода Байеса для оценки технического состояния?

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

Какие особенности характерны для Методов принятия статистических решений – метода минимального риска, минимального числа ошибочных решений, максимального правдоподобия и др.

Раскройте понятия

1 рассмотрение трех и более возможных состояний объекта

2 использование функции риска

3 дихотомическая постановка задачи диагностирования состояния

4 использование пространства параметров состояний

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие

Расшифруйте качества модели оценки состояний объекта?

1 возможно объединять различные системы и подсистемы в единую модель

2 независимость и автономность работы отдельных подсистем, остающихся взаимосвязанными

3 возможно соединение в комбинации различных систем

4 возможна переносимость и совместное функционирование компонентов системы

А федеративность

Б открытость

В интегрируемость

Г модульность

Д взаимозаменяемость

№ 5 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите требования, предъявляемые к системам функциональной диагностики в зависимости от этапа жизненного цикла:

1 этап проектирования

2 этап доводки

3 этап эксплуатации

4 этап товарных поставок

А оценка правильности функционирования двигателя, прошедшего контрольно-технологические испытания

Б создание расчетно-экспериментальной базы СФД, обеспечивающей процесс доводки двигателя

В оценка выработанного ресурса двигателя

Г верификация расчетно-экспериментальной базы СФД по результатам модельных испытаний агрегатов двигателя и огневых стендовых испытаний

Д оценка гарантированного ресурса, в течение которого отказ двигателя не произойдет

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Опишите последовательность решения задачи распознавания состояния двигателя при

использовании метода Байеса:

- 1 формируется диагностическая матрица
- 2 определяется набор диагнозов, подлежащих распознаванию
- 3 анализ данных по решающему правилу
- 4 определяются априорные вероятности появления диагнозов
- 5 рассчитываются апостериорные вероятности появления диагноза при условии наблюдения/ненаблюдения конкретной реализации комплексов признаков

№ 7 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите последовательность решения задач диагностирования управляемой СТС встроенными средствами контроля ТС и самодиагностирования:

- 1 распознавание нештатной ситуации функционирования системы и локализация неисправности
- 2 в случае принятия решения о нештатной ситуации функционирования системы — перевод ее в специальный режим работы
- 3 восстановление работоспособного состояния системы
- 4 контроль технического состояния системы

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

Топливо из резервуара окислителя и резервуара горючего поступает в камеру сгорания ракетного двигателя. Синхронная подача топлива в заданной пропорции обеспечивает эффективную работу ракетного двигателя. Измерение уровня жидкости в топливном баке осуществляется с помощью системы управления топливом, которая имеет дело с множественными шумами в измерительном канале и колебаниями топлива. Для оценки истинного значения измерений может быть применен фильтр Калмана.

Какое преобразование осуществляет искомая оптимальная система (фильтр) при построении фильтра Калмана?

1. Линейное
2. Нелинейное
3. Квадратичное
4. Замкнутое

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

Если множество состояний и диагнозов ограничено и известно, чему равна сумма вероятностей нахождения системы в диагнозе?  $\sum P(D_i)$

- 1) 0
- 2) 1
- 3) -1
- 4) Среднему знаменю порового параметра
- 5) СКО отклонения от среднего значения
- 6) 68%, если данные распределены по нормальному закону
- 7) 3 сигма: -3 до +3 стандартных отклонений

Поясните выбранный ответ.

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

ответа

Многие современные двигатели оснащены системами мониторинга, которые предоставляют данные о состоянии и параметрах двигателя в реальном времени. Какая реализация процедуры оценивания позволяет проводить оперативную идентификацию в режиме нормального функционирования объекта самым простым способом?

- 1) Реализация процедуры оценивания замкнутого типа
- 2) Реализация процедуры оценивания разомкнутого типа
- 3) Реализация процедуры оценивания изотропного типа
- 4) Реализация процедуры оценивания с подключением внешней диагностирующей системы

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

Что должно быть известно для решения задачи оптимального оценивания и фильтрации?  
Охарактеризуйте данные

1. математическая модель, описывающая оцениваемые и измеряемые параметры
2. параметры линейной зависимости аппроксимации исходных данных
3. априорная и измерительная информация
4. математическое ожидание среднеквадратической ошибки воспроизведения параметра или какой-либо линейной функции от параметра
5. критерий оптимизации

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

Какие допущения позволяют корректно использовать регрессионный анализ и метод наименьших квадратов для выявления функциональных зависимостей данных?

Охарактеризуйте допущения

- 1 дисперсия регрессионной ошибки во всех опытах равна нулю
- 2 регрессионная ошибка описывается экспоненциальным законом распределения
- 3 в каждом опыте математическое ожидание регрессионной ошибки равно нулю.
- 4 во всех опытах ошибки независимы