

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_  
(подпись) Юнаков Л. П.  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 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: 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**

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

### **ПСК-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	ПСК-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	10
5	10	Раздел 2. Постановка задачи распознавания состояния СТС. Методы распознавания в вероятностной постановке, в пространстве параметров.	36	18	8	10	18	60	35
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:

1. И. А. Биргер. Техническая диагностика. М.: Машиностроение, 1978, 0 экз.

### 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://urait.ru/> — 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 способность осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов авиационной и ракетно-космической техники;

ПСК-4 способность 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 твёрдом 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	ПСК-4	
5	10	Раздел 1. Постановка задачи оценки состояния и параметров СТС.	22	18	8	10	4	15	10	Вопросы к экзамену
5	10	Раздел 2. Постановка задачи распознавания состояния СТС.	36	18	8	10	18	60	35	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	

## Критерии оценивания

### ОПК-4

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 При оценке состояния объекта РКТ методами статистических решений, решающим правилом в методе Байеса является событие что объект с реализованным комплексом признаков относится к диагнозу с \_\_\_\_\_ вероятностью при таком наборе признаков.
- № 2 охарактеризуйте вероятность  
При оценке технического состояния объекта авиационной и ракетно-космической техники функцией риска называют суммарную ошибку, укрупненно учитывающую...
- № 3 продолжите фразу  
Для обработки результатов наблюдений, траекторных задач и т.д. изделий авиационной и ракетно-космической техники используется метод наименьших квадратов. Это метод нахождения оптимальных параметров линейной регрессии таких, что..
- № 4 продолжите фразу  
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?
- № 5 При использовании методов распознавания состояния объектов авиационной и ракетно-космической техники в пространстве параметров объект, предъявленный для диагностирования, относят к состоянию, для которого его дискриминантная функция будет \_\_\_\_\_ константы дискриминации.
- № 6 вставьте пропущенное понятие  
При оценке эффективности функционирования изделия при использовании методов распознавания диагнозов в пространстве параметров точки, отображающие одинаковые технические состояния (диагнозы) ....
- № 7 продолжите фразу  
Для корректного использования математического аппарата с целью формализации процесса принятия решения о техническом состоянии объекта при построении наилучшего функционала оценки принцип выбора оценки "минимакс Неймана" предполагает, что оценку выбирают таким образом, чтобы она соответствовала одному конкретному значению функции, при котором достигается \_\_\_\_\_ условного риска.
- № 8 Охарактеризуйте риск  
Метод наименьших квадратов используется, например, для управления линейным и угловым перемещением космических аппаратов. При оценке тесноты группировки точек около сглаживающей линии к чему стремиться корреляционное отношение при отсутствии функциональных связей между точками?
- № 9 При обработке полученных экспериментальных данных об изменении некоторого показателя функционирования объекта, динамику изменения показателя можно описать как линейную зависимость  $y=ax+b$  с параметрами \_\_\_\_ и \_\_\_\_:

х 0 1 2 3  
у 2,8 5,1 7,3 8,9

- № 10 Если множество состояний и диагнозов ограничено и известно, чему равна сумма вероятностей нахождения системы в диагнозе?  
*Вопросы закрытого типа:*

- № 1 Двигатель – сложный объект авиационной и ракетно-космической техники, который как объект контроля характеризуется:
- выберите верный вариант ответа
- совокупностью подсистем, механизм взаимодействия которых составляет суть задачи контроля
  - набором тактико-технических характеристик, заданным априори, непосредственно влияющим на процесс контроля
  - вектором параметров, на основании значений которых затем принимается решение о динамике состояния объекта
  - вектором контролируемых параметров, на основании значений которых затем принимается решение о текущем техническом состоянии объекта
- № 2 Для принятия обоснованного решения о фактическом состоянии объекта с учетом возможных ограничений осуществляется процедура принятия решения. Суть этой процедуры заключается в том, что:
- выберите верный вариант ответа
- на объекте фиксируется определенное состояние и принимается решение о положении объекта в пространстве состояний
  - устройство управления вырабатывает управляющий сигнал на органы автоматики
  - выносится решение о составе объекта контроля и спектре возможных возмущений и помех
  - на основании нормативной информации о возможных технических состояниях объекта и на основании оценки текущего состояния объекта принимается решение о том, в каком из состояний находится объект в данный момент времени
- № 3 Распознавание состояния объекта авиационной и ракетно-космической техники – это процедура:...
- выберите верный вариант ответа
- сравнения признаков состояния объекта с апостериорными диагнозами, характеризующими классы состояний;
  - отнесения математического описания объекта к определенному классу дифференциальных уравнений;
  - последовательной методичной диагностики состояния объекта для целей классификации;
  - отнесения текущего состояния объекта к одному из возможных классов (диагнозов)
- № 4 При работе с функцией риска для оценки технического состояния объекта авиационной и ракетно-космической техники событие «Пропуск дефекта» представляет собой:
- выберите верный вариант ответа
- Ситуацию, когда в процессе работы объекта возникает производственный брак;
  - Событие, когда устройство оценки состояния и параметров пропускает дефективный сигнал;
  - событие, заключающееся в том, что неисправный объект принимается за исправный;
  - состояние нарушенных параметров устройства управления, при котором наблюдается дефективная реакция на воздействие;
- № 5 При работе с функцией риска для оценки технического состояния объекта авиационной и ракетно-космической техники вероятность появления сложного события «ложная тревога» это есть:



выберите верный вариант ответа

- количество исходов, при которых наблюдается сигнал к общему количеству исходов, при этом у объекта наблюдается комплекс ложных признаков;
- вероятность появления события из комплекса из признаков, характеризующих ложное срабатывание систем сигнализации и контроля;
- вероятность одновременного появления двух простых событий: нахождение объекта диагностики в диагнозе неисправного состояния и появление значения диагностического параметра больше порогового для исправного состояния;
- интервальная оценка для вероятности возникновения сигнала от величины порога при значениях параметров сигнала, соответствующим признаку ложной тревоги;

№ 6 При использовании методов распознавания состояния объектов авиационной и ракетно-космической техники в вероятностной постановке в методе минимального числа ошибочных решений в качестве условия оптимальности при определении порогового значения диагностического параметра принимается:

выберите верный вариант ответа

- максимум функции риска
- предел функции пропуска дефекта
- минимум функции суммарной ошибки
- пороговое значение между сигналом ложная тревога и пропуск дефекта, предполагающее минимальный объем необходимой выборки

№ 7 При использовании методов распознавания состояния объектов авиационной и ракетно-космической техники в пространстве параметров при диагностировании по расстоянию до эталона отнесение предъявленного для распознавания объекта к одному из диагнозов совершается по \_\_\_\_\_ расстоянию до эталона, характеризующего этот диагноз.

вставьте пропущенное понятие

Наименьшему

Наибольшему

Среднему

Нулевому

№ 8 При использовании информации и сигналов с датчиков авиационной и ракетно-космической техники задача фильтрации таких сигналов предполагает

выберите верный вариант ответа

- процедуру оценки, когда на вход подается тестовое воздействие, а на выходе получают эталонный фильтрованный сигнал
- выделение сигнала по собранной статистике
- нахождение коэффициента фильтрации и других параметров по известным передаточным функциям объекта
- оценивание наблюдаемого сигнала в текущий момент времени

№ 9 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

№ 10

Огневые стендовые испытания РДТТ являются одним из важнейших этапов создания ракетного комплекса. Их основными задачами являются проверка работоспособности основных систем и агрегатов двигателя, подтверждение внутрибаллистических, энергетических, эксплуатационных и других параметров. В процессе испытаний обеспечиваются режимы работы РДТТ, имитирующие реальные условия эксплуатации и применения.

В таком случае процесс измерения для решения задачи технического контроля заключается в

выберите верный вариант ответа

- в фиксации информации, получаемой с датчиков, преобразователей и других компонентов измерительного канала
- в определении реакций объекта на внешние воздействия
- в сравнении с эталонными данными информации, получаемой от объекта
- в преобразовании (с помощью датчиков, преобразователей и других компонентов измерительного канала) вектора измеряемых параметров в вектор результатов измерений

#### **ПСК-4**

*Вопросы открытого типа:*

№ 1

При обработке результатов исследований и распределении объектов по классам технического состояния, какое количество точек-реализаций состояний включается в рассмотрение при диагностировании по расстоянию до множества?

№ 2

При стендовой работе по испытаниям ракетных двигателей необходимо анализировать получаемые результаты ... позволяет проводить оперативную идентификацию в режиме нормального функционирования объекта

№ 3

Уточните как реализуется процедура оценивания

**Объект** - топливная система ЖРД

**Признаки:**

**К1** - завышенное показание расходомера одного из двигателей;

**К2** - заниженное показание расходомера двигателя.

**Состояния:**

**D1** - попадание влаги в штепсельный разъем расходомера;

**D2** - не отрегулированы "0" и "max" шкалы расходомера;

**D3** - исправное состояние.

На испытательном стенде ведется наблюдение за показаниями расходомера топливной системы ЖРД. Возможны завышенное и заниженное показание расходомера.

Если в штепсельный разъем расходомера попала влага, то в 49% случаев будет наблюдаться будет повышенное показание, а в 20% - заниженное.

Если не отрегулированы "0"и "max" шкалы расходомера, то в 41% случаев будет наблюдаться завышение показаний, а в 23% - занижение.

При исправном состоянии в 6% ситуаций идет завышение и никогда не бывает занижения показаний.

В общем случае 83% двигателей работают исправно, у 7% возникает попадание влаги, а у 4% наблюдаются проблемы шкалирования расходомера.

$D_i$	$P(k_1 D_i)$	$P(k_2 D_i)$	$P(D_i)$
D1 (влага)	0,49	0,20	0,07
D2 (шкалы)	0,41	0,23	0,04
D3 (норма)	0,06	0	0,83

Если наблюдается только занижение показаний расходомера и равновероятно наблюдаются состояния D1 и D2, то ...

сделайте вывод

№ 4

**Объект** - топливная система ЖРД

### Признаки:

**K1** - завышенное показание расходомера одного из двигателей;

**K2** - заниженное показание расходомера двигателя.

### Состояния:

**D1** - попадание влаги в штепсельный разъем расходомера;

**D2** - не отрегулированы "0"и "max" шкалы расходомера;

**D3** - исправное состояние.

На испытательном стенде ведется наблюдение за показаниями расходомера топливной системы ЖРД. Возможны завышенное и заниженное показание расходомера.

Если в штепсельный разъем расходомера попала влага, то в 49% случаев будет наблюдаться будет повышенное показание, а в 20% - заниженное.

Если не отрегулированы "0"и "max" шкалы расходомера, то в 41% случаев будет наблюдаться завышение показаний, а в 23% - занижение.

При исправном состоянии в 6% ситуаций идет завышение и никогда не бывает занижения показаний.

В общем случае 83% двигателей работают исправно, у 7% возникает попадание влаги, а у 4% наблюдаются проблемы шкалирования расходомера.

$D_i$	$P(k_1 D_i)$	$P(k_2 D_i)$	$P(D_i)$
-------	--------------	--------------	----------

D1 (влага)	0,49	0,20	0,07
D2 (шкалы)	0,41	0,23	0,04
D3 (норма)	0,06	0	0,83

Если наблюдается попеременное то занижения, то завышение данных, то ...

сделайте вывод

№ 5

**Объект** - топливная система ЖРД

**Признаки:**

**K1** - завышенное показание расходомера одного из двигателей;

**K2** - заниженное показание расходомера двигателя.

**Состояния:**

**D1** - попадание влаги в штепсельный разъем расходомера;

**D2** - не отрегулированы "0" и "max" шкалы расходомера;

**D3** - исправное состояние.

На испытательном стенде ведется наблюдение за показаниями расходомера топливной системы ЖРД. Возможны завышенное и заниженное показание расходомера.

Если в штепсельный разъем расходомера попала влага, то в 49% случаев будет наблюдаться завышенное показание, а в 20% - заниженное.

Если не отрегулированы "0" и "max" шкалы расходомера, то в 41% случаев будет наблюдаться завышение показаний, а в 23% - занижение.

При исправном состоянии в 6% ситуаций идет завышение и никогда не бывает занижения показаний.

В общем случае 83% двигателей работают исправно, у 7% возникает попадание влаги, а у 4% наблюдаются проблемы шкалирования расходомера.

$D_i$	$P(k_1 D_i)$	$P(k_2 D_i)$	$P(D_i)$
D1 (влага)	0,49	0,20	0,07
D2 (шкалы)	0,41	0,23	0,04
D3 (норма)	0,06	0	0,83

При наличии обоих признаков, попеременном то занижении, то завышении данных, насколько вероятно что двигатель исправен?

сделайте вывод

№ 6

При прогнозировании расхода компонента окислителя исследуется динамика функционирования конкретного насоса ЖРД, описываемая как линейная зависимость  $y=at+b$  с параметрами \_\_\_\_ и \_\_\_\_, характеризующими конкретное изделие, изготовленное со своими допусками и сочетанием используемых подсистем (длин, диаметров, масс и т.д.):

На основании этой характеристики становится возможным дать прогнозное значение показателя на любой секунде функционирования объекта.

t, сек 0 1 2 3  
y 6,1 11,3 15,9 20

- № 7 Определите числовые характеристики линейной модели, описывающей динамику показателей.  
При прогнозировании расхода компонента окислителя исследуется динамика функционирования конкретного насоса ЖРД, описываемая как линейная зависимость  $y=at+b$  с параметрами \_\_\_\_ и \_\_\_\_, характеризующими конкретное изделие, изготовленное со своими допусками и сочетанием используемых подсистем (длин, диаметров, масс и т.д.):
- На основании этой характеристики становится возможным дать прогнозное значение показателя на любой секунде функционирования объекта.

t, сек x 0 1 2 3  
y y 1 2,8 5,1 7,5

- № 8 Определите числовые характеристики линейной модели, описывающей динамику показателей.  
Какой информацией о двигателе необходимо обладать для возможности использования диагностического метода Байеса для оценки технического состояния?
- № 9 При проведении экспериментальных исследований, испытаний двигателей необходимо проводить предварительную работу и предварительные расчеты на реализуемость схемы, сочетаемость компонентов, возможность реализации схемы и возможности получения требуемых характеристик. Для этого строится математическая модель системы, которая должна включать в себя ....
- № 10 продолжите фразу  
Система функциональной диагностики ЖРД решает задачи:
- определения правильности работы двигателя
  - выявления неисправности и ее дислокации
  - оценка устойчивости работы и выработанного ресурса двигателя
  - прогнозирование его работы при последующих применениях
- Какой физический смысл имеет критерий качества идентификации при работе системы оценки состояния, переходе от объекта к модели?  
*Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Для оценки и идентификации состояния узла ракетного двигателя необходимо пройти ряд последовательных процедур:
- составьте процедуры в хронологическом порядке
- А Структурная идентификация
- Б Параметрическая идентификация
- В Сбор экспериментальных данных
- Г Формулировка функции риска и качества идентификации
- Д Верификация модели

- № 2 При построении системы технического контроля, для принятия решения о техническом состоянии объекта, корректного анализа результатов, необходимо пройти последовательно этапы (расположите этапы от начала получения информации к принятию решения):
- А Преобразование (с помощью датчиков, преобразователей и других компонентов измерительного канала) вектора измеряемых параметров в вектор результатов измерений для реализации процесса измерения
- Б 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
- В Сбор контролируемых параметров в вектор контролируемых параметров
- Г 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
- № 3 При построении системы функциональной технической диагностики объекта, например, на стенде, что может быть использовано в качестве показателя достоверности внешнего диагностирования функциональной схемы процесса диагностирования управляемой СТС встроенными средствами и средствами внешней управляющей систем?
- выберите верный вариант ответа
- произведение вероятностей правильного обнаружения нештатной ситуации и локализации неисправности после правильного обнаружения
  - произведение вероятности правильного распознавания и локализации неисправности после ложного обнаружения и вероятности правильного распознавания и локализации неисправности после правильного обнаружения
  - вероятность правильного обнаружения нештатной ситуации и диагностирования СТС при углубленном анализе её средствами управляющей системы
  - сумма вероятности перехода СТС в частично работоспособное состояние после неправильного диагностирования НС и вероятности реализации неправильных процедур восстановления работоспособности системы вследствие не критичности НС к правильности выполнения встроенными средствами диагностирования процедур восстановления работоспособности системы
- № 4 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.
- При построении фильтра Калмана искомая оптимальная система (фильтр) осуществляет \_\_\_\_\_ преобразование.
- вставьте верный вариант понятия
- Линейное
  - Нелинейное
  - Квадратичное
  - Замкнутое
- № 5 Соотнесите применяемые методы распознавания состояния узла двигателя и их возможности:

А Дихотомия

Б Классификация

- 1 Распределение по множеству различных классам
- 2 Выбор одного из двух возможных диагнозов
- № 6 Соотнесите требования, предъявляемые к системам функциональной диагностики в зависимости от этапа жизненного цикла:
- А этап проектирования
- Б этап доводки
- В этап эксплуатации
- Г этап товарных поставок
- 1 верификация расчетно-экспериментальной базы СФД по результатам модельных испытаний агрегатов двигателя и огневых стендовых испытаний
- 2 оценка правильности функционирования двигателя, прошедшего контрольно-технологические испытания
- 3 создание расчетно-экспериментальной базы СФД, обеспечивающей процесс доводки двигателя
- 4 оценка выработанного ресурса двигателя
- № 7 Что относится к показателям достоверности диагностирования состояния ЖРД? выберите верный вариант ответа
- погрешности телеметрии огневых испытаний
  - продолжительность контроля технического состояния
  - достоверность описания физических процессов
  - погрешности характеристик, определяемых при автономных испытаниях агрегатов
  - конструкция объекта и его составных частей
- № 8 При построении наилучшего функционала оценки состояния ЖРД байесовский принцип выбора оценки предполагает выберите верный вариант ответа
- оценку выбирают таким образом, чтобы она соответствовала среднему значению функции, найденному с учетом вероятности появления каждого значения
  - оценку выбирают таким образом, чтобы она соответствовала одному конкретному значению функции, при котором достигается верхняя грань условного риска
  - оценку выбирают, минимизируя вероятность безотказной работы
  - оценку выбирают максимизируя вероятность ложной тревоги для обеспечения минимизации функции риска
- № 9 При рассмотрении различных состояний объекта, построении моделей экспериментальных исследований с помощью граф-моделей технической диагностики состояния двигателя, процесс перехода изделия между состояниями описывают как цепь Маркова. Случайные процессы при этом с вероятностной точки зрения...
- выберите верный вариант ответа

- Зависят от n-1 шага, определяя интервалы между переходами методом половинного деления
- Не связаны между собой: вероятность любого состояния в будущем зависит только от его состояния в настоящем и не зависит от того, когда и каким образом процесс оказался в этом состоянии
- связаны между собой через условную вероятность появления событий формулой Байеса для несовместных событий
- составляют совместные и независимые события, при которых вероятность наступления события – произведение вероятностей на предыдущем шаге цепи

№ 10

Математические модели рабочих процессов испытаний ЖРД с учетом динамических характеристик конструкции двигателя во временной и частотной областях с подробным описанием, определяемым требуемой глубиной диагноза относятся к \_\_\_\_\_ базе системы функциональной диагностики.

вставьте нужное понятие

- диагностической
- экспериментальной
- расчетной
- функциональной