


**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»  
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

  
Юнаков Л. П.  
(подпись) ФИО  
« 31 » 05 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ПАРАМЕТРОВ ЛА

Направление/специальность подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Специализация/профиль/программа подготовки	Моделирование и информационные технологии проектирования ракетно-космических систем
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

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	34	17	0	17	74	0	0	74	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

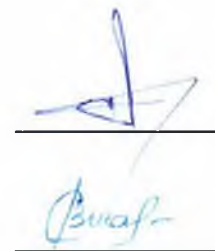
**24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов**

год набора группы: 2022

Программу составили:

Кафедра А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

Бородавкин Вячеслав Александрович, д.т.н., заведующий кафедрой



Кафедра А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

Зыков Сергей Александрович, старший преподаватель

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ**

Заведующий кафедрой Бородавкин В.А., д.т.н., проф.



Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ**

Заведующий кафедрой Бородавкин В.А., д.т.н., проф.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ПАРАМЕТРОВ ЛА**

### **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-6 — способность осуществлять критический анализ научных достижений в области авиационной и ракетно-космической техники
ПСК-16 — способность оценивать вопросы эффективности, надежности и безопасности в процессе эксплуатации РКТ

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-6**

*знания:*

методы и алгоритмы оценки и обработки информации, идентификации параметров объектов ракетно-космической техники;

*умения:*

создавать и анализировать математические модели функционирования объектов ракетной и ракетно-космической техники;

*навыки:*

определение состояния и оценки параметров работы объектов ракетной и ракетно-космической техники.

### **ПСК-16**

*знания:*

современные программные средства для проведения компьютерного моделирования;

*умения:*

создавать и анализировать математические модели функционирования объектов ракетной и ракетно-космической техники;

*навыки:*

владеть методами построения математических моделей профессиональных задач и содержательной интерпретацией полученных результатов;

использовать современные вычислительные компьютерные технологии и работать с программной средой для математического и имитационного моделирования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ПАРАМЕТРОВ ЛА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **АЭРОГИДРОГАЗОДИНАМИКА, МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ, МОДЕЛИРОВАНИЕ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ, ДИНАМИКА ПОЛЕТА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **СИНТЕЗ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ, ОСНОВЫ БОЕВОГО ПРИМЕНЕНИЯ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач
- ПСК-11 — способность анализировать состояние и перспективы развития ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных направлений
- ПСК-12 — способность разрабатывать на базе системного подхода последовательность решения поставленной задачи, проводить проектирование изделий ракетной и ракетно-космической техники, определять внешний облик изделий, состав и объемно-массовые характеристики систем, механизмов и агрегатов, входящих в ракетный или ракетно-космический комплекс
- ПСК-16 — способность оценивать вопросы эффективности, надежности и безопасности в процессе эксплуатации РКТ
- УК-1 — Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

### 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-6	ПСК-16
5	10	<b>Раздел 1. Модель динамической системы в пространстве состояний.</b> Объект управления, его состояние, управляющие и возмущающие воздействия. Структура системы управления, закон управления, обратная связь, качество управления. Свойства системы управления: наблюдаемость, управляемость, устойчивость. Математическое описание элементов системы управления: уравнения состояния, наблюдения, управления, оценивающего устройства.	7	2	2	0	5	15	15
5	10	<b>Раздел 2. Метод наименьших квадратов.</b> Уравнение метода наименьших квадратов. Число обусловленности. Аппроксимация экспериментальной зависимости по методу наименьших квадратов. Определение орбиты искусственного спутника Земли с использованием метода наименьших квадратов.	24	8	4	4	16	20	20
5	10	<b>Раздел 3. Оценка вектора состояния на основе метода модального управления.</b> Метод модального управления. Критерий управляемости и наблюдаемости системы. Теорема разделения. Оптимальная оценка вектора состояния, синтез оптимального управления. Оценивающие устройство для контура стабилизации угла крена.	24	8	4	4	16	20	20
5	10	<b>Раздел 4. Оптимальная линейная фильтрация.</b> Постановка задачи оптимальной линейной фильтрации. Теорема Байеса. Свойства оптимального преобразования. Интегральное уравнение Винера-Хопфа, корреляционные матрицы. Упрощения, аналитическое решение уравнения Винера-Хопфа.	7	2	2	0	5	10	10
5	10	<b>Раздел 5. Фильтр Калмана.</b> Непрерывный фильтр Калмана. Оценивающее устройство на основе непрерывного фильтра Калмана для контура стабилизации угла тангажа. Дискретный фильтр Калмана. Построение дискретного фильтра Калмана для системы стабилизации угла крена. Причины расходимости фильтра Калмана.	40	13	4	9	27	25	25
5	10	<b>Раздел 6. Общие сведения о нелинейной фильтрации.</b> Задача оценивания параметров ЛА в нелинейных системах. Фильтр Лайниотиса.	6	1	1	0	5	10	10
Всего за 10 семестр			108	34	17	17	74	100	100
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Метод наименьших квадратов.	Аппроксимация закона Сиаччи методом наименьших квадратов.	4
2	Раздел 3. Оценка вектора состояния на основе метода модального управления.	Построение оценивающего устройства на основе модального управления.	4
3	Раздел 5. Фильтр Калмана.	Построение дискретного фильтра Калмана для системы стабилизации угла крена.	4
4		Разработка компьютерной модели динамики движения ракеты-мишени с использованием оценивающего устройства на основе непрерывного фильтра Калмана.	5
Всего за 10 семестр			17

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

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Модель динамической системы в пространстве состояний.	изучение лекционного материала по тематике раздела	5
2	Раздел 2. Метод	подготовка к практической работе № 1 «Аппроксимация закона	11

	наименьших квадратов.	Сиаичи методом наименьших квадратов», оформление отчёта	
3		изучение лекционного материала по тематике раздела	5
4	Раздел 3. Оценка вектора состояния на основе метода модального управления.	изучение лекционного материала по тематике раздела	5
5		подготовка к практической работе № 2 «Построение оценивающего устройства на основе модального управления», оформление отчёта	11
6	Раздел 4. Оптимальная линейная фильтрация.	изучение лекционного материала по тематике раздела	5
7	Раздел 5. Фильтр Калмана.	изучение лекционного материала по тематике раздела	5
8		подготовка к практической работе № 3 «Построение дискретного фильтра Калмана для системы стабилизации угла крена», оформление отчёта	11
9		подготовка к практической работе № 4 «Разработка компьютерной модели динамики движения ракеты-мишени с использованием оценивающего устройства на основе непрерывного фильтра Калмана», оформление отчёта	11
10	Раздел 6. Общие сведения о нелинейной фильтрации.	изучение лекционного материала по тематике раздела	5
<b>Всего за 10 семестр</b>			<b>74</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
<b>10</b>				ВПЗ		ДР		ВПЗ		ДР		ВПЗ				ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

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

- диагностическая работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. И. Л. Петрова, А. В. Клочков, Н. Е. Баранов. . Стохастическая фильтрация в задачах динамики полёта. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, эл. рес.
2. 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.
3. С. А. Кабанов. . Оптимизация динамики систем при действии возмущений. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008, 71 экз.
4. С. А. Кабанов. . Оптимизация динамики систем при действии возмущений. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <https://repository.library.voenmeh.ru/jspui/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
3. <https://urait.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;
2. Microsoft Office.

### 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. Matlab 2015a SP1;
2. Microsoft Office.

### **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 ЛА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-6 способность осуществлять критический анализ научных достижений в области авиационной и ракетно-космической техники;

ПСК-16 способность оценивать вопросы эффективности, надежности и безопасности в процессе эксплуатации РКТ.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с принципами и подходами к определению оценки состояния и параметров летательных аппаратов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**74 ч**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 74 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. Модель динамической системы в пространстве состояний.</b>		
изучение лекционного материала по тематике раздела	С. А. Кабанов. . Оптимизация динамики систем при действии возмущений: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008 (1) И. Л. Петрова, А. В. Клочков, Н. Е. Баранов. . Стохастическая фильтрация в задачах динамики полёта: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1) И. Л. Петрова, А. В. Клочков, Н. Е. Баранов. . Стохастическая фильтрация в задачах динамики полёта: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1)	5
Итого по разделу 1		5
<b>Раздел 2. Метод наименьших квадратов.</b>		
подготовка к практической работе № 1 «Аппроксимация закона Сиагчи методом наименьших квадратов», оформление отчёта	С. А. Кабанов. . Оптимизация динамики систем при действии возмущений: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008 (1) С. А. Кабанов. . Оптимизация динамики систем при действии возмущений: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (1)	11
изучение лекционного материала по тематике раздела		5
Итого по разделу 2		16
<b>Раздел 3. Оценка вектора состояния на основе метода модального управления.</b>		
изучение лекционного материала по тематике раздела	С. А. Кабанов. . Оптимизация динамики систем при действии возмущений: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (4)	5
подготовка к практической работе № 2 «Построение оценивающего устройства на основе модального управления», оформление отчёта	С. А. Кабанов. . Оптимизация динамики систем при действии возмущений: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008 (4) И. Л. Петрова, А. В. Клочков, Н. Е. Баранов. . Стохастическая фильтрация в задачах динамики полёта: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им.	11

	Д. Ф. Устинова, 2018 (3) И. Л. Петрова, А. В. Клочков, Н. Е. Баранов. . Стохастическая фильтрация в задачах динамики полёта: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (3)	
Итого по разделу 3		16
<b>Раздел 4. Оптимальная линейная фильтрация.</b>		
изучение лекционного материала по тематике раздела	С. А. Кабанов. . Оптимизация динамики систем при действии возмущений: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008 (2) С. А. Кабанов. . Оптимизация динамики систем при действии возмущений: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (2)	5
Итого по разделу 4		5
<b>Раздел 5. Фильтр Калмана.</b>		
изучение лекционного материала по тематике раздела	С. А. Кабанов. . Оптимизация динамики систем при действии возмущений: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008 (3)	5
подготовка к практической работе № 3 «Построение дискретного фильтра Калмана для системы стабилизации угла крена», оформление отчёта	С. А. Кабанов. . Оптимизация динамики систем при действии возмущений: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008 (3) И. Л. Петрова, А. В. Клочков, Н. Е. Баранов. . Стохастическая фильтрация в задачах динамики полёта: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (4)	11
подготовка к практической работе № 4 «Разработка компьютерной модели динамики движения ракеты-мишени с использованием оценивающего устройства на основе непрерывного фильтра Калмана», оформление отчёта	И. Л. Петрова, А. В. Клочков, Н. Е. Баранов. . Стохастическая фильтрация в задачах динамики полёта: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (4)	11
Итого по разделу 5		27
<b>Раздел 6. Общие сведения о нелинейной фильтрации.</b>		
изучение лекционного материала по тематике раздела	С. А. Кабанов. . Оптимизация динамики систем при действии возмущений: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008 (5, 6) С. А. Кабанов. . Оптимизация динамики систем при действии возмущений: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (5, 6)	5
Итого по разделу 6		5

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы к экзамену;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- 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

1. Объект управления, его состояние, управляющие и возмущающие воздействия.
2. Структура системы управления ЛА.
3. Законы управления ЛА.
4. Обратная связь, качество управления ЛА.
5. Свойства системы управления: наблюдаемость, управляемость, устойчивость.
6. Модель динамической системы в пространстве состояний.
7. Уравнение метода наименьших квадратов.
8. Число обусловленности.
9. Аппроксимация экспериментальной зависимости по методу наименьших квадратов.
10. Определение орбиты искусственного спутника Земли с использованием метода наименьших квадратов.
11. Метод модального управления.
12. Критерий управляемости и наблюдаемости системы.
13. Теорема разделения.
14. Оптимальная линейная фильтрация.
15. Теорема Байеса.
16. Свойства оптимального преобразования.
17. Интегральное уравнение Винера-Хопфа, корреляционные матрицы.
18. Аналитическое решение уравнения Винера-Хопфа.
19. Непрерывный фильтр Калмана.
20. Оценивающее устройство на основе непрерывного фильтра Калмана для контура стабилизации угла тангажа.
21. Дискретный фильтр Калмана.
22. Построение дискретного фильтра Калмана для системы стабилизации угла крена.
23. Причины расходимости фильтра Калмана.
24. Общие сведения о нелинейной фильтрации.
25. Задача оценивания параметров ЛА в нелинейных системах.
26. Фильтр Лайниотиса.

#### Вопросы/задания по темам ПЗ

Текущий контроль студентов производится в дискретные временные интервалы преподавателем, ведущим практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- оценивание освоения темы практических занятий в форме собеседования;
- отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски;

Отчет по практическому занятию представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по практическому занятию. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Критерии оценивания: в случае если оформление отчета, доклад студента по выполненной работе и ответы на вопросы преподавателя во время защиты соответствуют требованиям, предъявляемым к знаниям студента по данному практическому занятию, отчет по практическому занятию считается

принятым.

Основаниями для дополнительной доработки отчета являются:

- небрежное выполнение;
- отсутствие необходимых разделов,
- отсутствие необходимого графического материала или низкое его качество (например, отсутствие указания единиц измерения на графиках),
- некорректная обработка результатов.

Шаблон отчета по практической работе

Отчёт должен содержать основные разделы:

- 1) цель работы;
- 2) постановка задачи;
- 3) описание математической модели;
- 4) разработка компьютерной модели;
- 5) исходные данные и начальные условия для моделирования;
- 6) результаты моделирования;
- 7) выводы.

### **Экзамен**

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

Промежуточный контроль: по результатам семестра по дисциплине проходит в форме экзамена, который включает ответы на теоретические и практические вопросы (билеты) и вопросы в тестовой форме.

Допуском к экзамену является защита 4 (четырёх) практических работ.

Критерии оценивания:

- «неудовлетворительно» – студент ответил менее 60% вопросов в тестовой форме и дал неправильные и неполные ответы на вопросы билета;
- «удовлетворительно» – студент ответил на 60% и более вопросов в тестовой форме;
- «хорошо» – студент ответил на 60% и более вопросов в тестовой форме и дал правильные, но недостаточно полные и четкие ответы на вопросы билета;
- «отлично» – студент ответил на 60% и более вопросов в тестовой форме и дал правильные, полные и четкие ответы на все вопросы билета.

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-6	ПСК-16	
5	10	Раздел 1. Модель динамической системы в пространстве состояний.	7	2	2	0	5	15	15	Вопросы к экзамену
5	10	Раздел 2. Метод наименьших квадратов.	24	8	4	4	16	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Вопросы к экзамену
5	10	Раздел 3. Оценка вектора состояния на основе метода модального управления.	24	8	4	4	16	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Вопросы к экзамену
5	10	Раздел 4. Оптимальная линейная фильтрация.	7	2	2	0	5	10	10	Вопросы к экзамену
5	10	Раздел 5. Фильтр Калмана.	40	13	4	9	27	25	25	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Вопросы к экзамену
5	10	Раздел 6. Общие сведения о нелинейной фильтрации.	6	1	1	0	5	10	10	Вопросы к экзамену
Всего за 10 семестр			108	34	17	17	74	100	100	
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100	100	