

## МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

Кафедра №13

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель направления

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)


В.К. Пономарев  
(подпись)

«29» 05 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Моделирование приборов и систем управления ЛА»  
(Название дисциплины)

Код направления	24.05.06
Наименование направления	Системы управления летательными аппаратами
Наименование направленности	Приборы систем управления летательных аппаратов
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург 2023 г.

## Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

Н.А. Овчинникова

инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«29» 05 2023 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой № 13

к.т.н.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

Н.А. Овчинникова

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 24.05.06(01)

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

В.К. Пономарев

инициалы, фамилия

Заместитель директора института (факультета) № 1 по методической работе

Ст. преподаватель

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

В.Е. Таратун

инициалы, фамилия

## Аннотация

Дисциплина «Моделирование приборов и систем управления ЛА» входит в образовательную программу подготовки студентов по направлению «24.05.06 «Системы управления летательными аппаратами» направленность «Приборы систем управления летательных аппаратов». Дисциплина реализуется кафедрой №13.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

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

ОПК-9 «Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения»

ПК-8 «Способен представлять результаты исследований в форме отчетов, рефератов, обзоров, публикаций, докладов и заявок на изобретения»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с моделированием приборов и систем управления ЛА.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов, консультации и экзамен.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью дисциплины «Моделирование приборов и систем управления ЛА» является ознакомление подготавливаемых специалистов с принципами моделирования электромеханических систем управления движением подвижных объектов различных классов, анализом и синтезом этих систем, автоматизацией проектирования приборов и систем ориентации, стабилизации и навигации. Основной упор делается на исследование аэрокосмических систем. В процессе изучения дисциплины студенты должны изучить принципы построения математических моделей таких систем, ориентированных на использование современных программных систем. Основными программными системами, используемыми в курсе «Моделирование приборов и систем управления ЛА» являются MATLAB и MATHCAD.

**1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).**

### 1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-5 Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности, для решения инженерных задач	ОПК-5.3.1 знать принципы и методы создания физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов для решения инженерных задач в области авиационной и ракетно-космической техники ОПК-5.У.1 уметь разрабатывать физические и математические модели процессов, явлений и объектов в области авиационной и ракетно-космической техники ОПК-5.В.1 иметь навыки решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники на основе исследования моделей процессов, явлений и объектов
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-9 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-9.3.1 знать языки и платформы программирования для решения задач в профессиональной деятельности на основе компьютерных технологий ОПК-9.У.1 уметь составлять алгоритмы и компьютерные программы для исследования физических процессов в технических системах

		ОПК-9.В.1 владеть навыками отладки и верификации программ для выполнения технических расчетов и компьютерного моделирования систем и процессов
Профессиональные компетенции	ПК-8 Способен представлять результаты исследований в форме отчетов, рефератов, обзоров, публикаций, докладов и заявок на изобретения	ПК-8.В.1 владеть навыками обобщения, формулирования и изложения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами при изучении следующих дисциплин:

- Математика;
- Физика;
- Теоретическая механика;
- Электроника;
- Основы моделирования приборов и систем;
- Теория гироскопов и гиросtabilизаторов;
- Гироскопические приборы и устройства;
- Расчет и синтез гироприборов.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- Микромеханические инерциальные чувствительные элементы;
- Обработка навигационной информации;
- Системы управления летательными аппаратами

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№9
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	5/ 180	5/ 180
<b>Из них часов практической подготовки</b>	11	11
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34

практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	54	54
<b>Самостоятельная работа</b> , всего (час)	58	58
<b>Вид промежуточной аттестации:</b>	Экз.	Экз.

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
<b>Семестр 9</b>					
Раздел 1. Вводный раздел Раздел 1.1. Общие сведения о динамических системах. Методы их математического описания. Раздел 1.2. Компьютерные средства моделирования и аналитических преобразований Раздел 1.3. Инженерные расчеты в MATHCAD Раздел 1.4. Инженерные расчеты в MATLAB и SIMULINK	8		4		10
Раздел 2. Преобразования моделей динамических систем. Примеры преобразований.	4		4		8
Раздел 3. Случайные процессы и стохастические системы. Моделирование стохастических систем.	4		4		10
Раздел 4. Синтез оптимальных систем управления аэрокосмическими системами на ЭВМ.	8		6		18
Раздел 5. Методы, программы и примеры моделирования систем управления движением и навигации	10		6		12
Итого в семестре:	34		34		58
Итого:	34		34	0	58

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	<p style="text-align: center;"><b>Раздел 1. Вводный раздел</b></p> <p>Тема 1.1. Общие сведения о динамических системах. Методы их математического описания.</p> <p>Типы динамических систем: системы с сосредоточенными параметрами, с распределенными параметрами, дискретные системы. методы их математического описания. Передаточные функции, Z-преобразования, описание систем в пространстве состояний.</p> <p>Тема 1.2. Компьютерные средства моделирования и аналитических преобразований</p> <p>Область применения программ Derive, Maple, Mathcad, Matlab. Последние тенденции их развития. Основные сведения о программах, их установка и загрузка. Методы ввода информации и редактирование выражений. Построение математических выражений. Вычисление производных, интегралов, пределов, сумм и разложение в ряды и т.д. Декларирование новых определений. Операции факторизации и сепарации выражений. Аналитическое решение нелинейных уравнений и систем уравнений.</p> <p>Аналитическое решение систем дифференциальных уравнений.</p> <p>Тема 1.3. Инженерные расчеты в MATHCAD</p> <p>Обработка результатов экспериментов. Дискретное преобразование Фурье для анализа систем управления. Быстрое преобразование Фурье и примеры его использования. Статистические функции. Интерполяция, регрессия и использование Символьные прямые и обратные преобразования Фурье и Лапласа. Z-преобразование.</p> <p>Тема 1.4. Инженерные расчеты в MATLAB и SIMULINK</p> <p>Канонические формы линейных систем Изменение базиса в пространстве состояний Модальная и сопровождающая канонические формы Сбалансированное представление Линейные MIMO-модели. Описание MIMO-моделей. Описание дискретных моделей и моделирование дискретных систем. Решение задачи Коши и краевых задач. Моделирование в SIMULINK. Редактор дифференциальных уравнений DEE. Маскирование подсистем в SIMULINK</p>
2	<p style="text-align: center;"><b>Раздел 2. Преобразования моделей динамических систем. Примеры преобразований.</b></p> <p>Общие сведения о моделировании технических объектов и систем. Требования, предъявляемые к математическим моделям. Формы представления математических моделей. Метод переменных состояний. Взаимосвязь векторно-матричной формы описания объекта с его передаточной функцией. Математические модели электромеханических систем.</p>
3	<p style="text-align: center;"><b>Раздел 3. Случайные процессы и стохастические системы. Моделирование стохастических систем.</b></p> <p>Характеристики случайных процессов. Гауссовские случайные процессы и область их использования. Векторные случайные процессы. Вычисление вектора математического ожидания и матрицы ковариаций для</p>

	нестационарных систем.
4	<p align="center"><b>Раздел 4. Синтез оптимальных систем управления аэрокосмическими системами на ЭВМ.</b></p> <p>Задачи оптимизации систем управления. Синтез систем с ограничениями в виде неравенств на переменные состояния для нелинейных объектов. Алгоритм оптимального управления для линейных систем с квадратичным критерием качества. Моделирование оптимальных систем на ЭВМ. Фильтр Люенбергера. Выбор коэффициентов передачи в фильтре Люенбергера. Фильтр Калмана и особенности его моделирования на ЭВМ. Синтез и исследование алгоритмов и структур интегрированных систем навигации и управления.</p>
5	<p align="center"><b>Раздел 5. Методы, программы и примеры моделирования систем управления движением и навигации</b></p> <p>Синтез и исследование системы стабилизации судна по курсу с заданным качеством переходного процесса. Разработка программы и исследование точности определения углов ориентации подвижного объекта с использованием бесплатформенной инерциальной вертикали. Синтез и исследование регулятора для системы управления упругим объектом. Синтез и исследование алгоритма экстраполяции узкополосного случайного сигнала.</p>

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
1	Инженерные расчеты в MATHCAD, MATLAB и SIMULINK Примеры обработки экспериментальных данных.	6	1
2	Преобразования моделей динамических систем. Примеры преобразований моделей на ЭВМ	4	2
3	Случайные процессы и стохастические системы. Вычисление вектора математического ожидания и матрицы ковариаций для нестационарных систем в MATLAB.	4	3

4	Синтез оптимальных систем управления нелинейным динамическим объектом на ЭВМ Синтез системы стабилизации судна по курсу с заданным качеством переходного процесса	6	4
5	Синтез регулятора для системы управления упругим объектом	4	4
6	Исследование точности определения углов ориентации подвижного объекта с использованием бесплатформенной инерциальной вертикали	4	5
7	Синтез алгоритма экстраполяции узкополосного случайного сигнала	4	5
	Зачетное занятие	2	
Всего		34	

#### 4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 9, час
1	2	3
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	58	58
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	40	40
курсовое проектирование (КП, КР)		
расчетно-графические задания (РГЗ)		
выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю (ТК)	18	18
домашнее задание (ДЗ)		
контрольные работы заочников (КРЗ)		

### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю);

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы студентов указаны в п.п. 7-11.



## 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке
004.9 П 16	А.И. Панферов, А.В. Лопарев. Компьютерный анализ и синтез систем ориентации, стабилизации и навигации. Учебное пособие. - СПб.: ГУАП, 2008. - 82 с. <i>guap.ru/guap/kaf12/1-4.doc</i>	164
004(075) П16	А. И. Панферов, А. В. Лопарев, В. К. Пономарев. Применение Mathcad в инженерных расчетах: Учеб. пособие /СПбГУАП. СПб., 2004. 88 с. <i>ict.edu.ru/ft/005590/panferov.pdf</i>	85
	Л.А. Мироновский, К. Ю. Петрова. ВВЕДЕНИЕ В MATLAB. Учеб. пособие /СПбГУАП. СПб., 2005. 122 с.: ил. <i>guap.ru/guap/kaf44/trud/mironovsky_petrova_matlab.pdf</i>	100
629.7 Б 95	Г.М. Быкова, А.И. Панферов. Основы автоматизации проектирования систем ориентации, навигации и стабилизации. Учебное пособие, Ленинград, 1982	29
629.7(ГААП) П56	Исследование линейных систем ориентации, навигации и стабилизации с помощью ПЭВМ: учебное пособие / В. К. Пономарев, А. И. Панферов, Л. И. Белова ; С.-Петербург. гос. акад. аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГААП, 1993. - 51 с	52

## 7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ

URL адрес	Наименование
<a href="http://matlab.exponenta.ru/">http://matlab.exponenta.ru/</a>	Е.В.Никульчев Control System Toolbox

## 8. Перечень информационных технологий

### 8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	ПО Matlab
2	ПО Mathcad

## 8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
Не предусмотрено	

## 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории
1	Лекционная аудитория	13-03а
2	Мультимедийная лекционная аудитория	13-04
3	Дисплейный класс	13-03в

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену;

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

### 10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы:

Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 15)

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Типы динамических систем: системы с сосредоточенными параметрами, с распределенными параметрами, дискретные системы. методы их математического описания.	ОПК-5.3.1, ОПК-5.У.1
2	Передаточные функции, Z-преобразования, описание систем в пространстве состояний.	ОПК-5.3.1, ОПК-5.У.1
3	Основные сведения о программах Derive, Maple, Mathcad, Matlab, Последние тенденции их развития.	ОПК-5.3.1, ОПК-5.У.1, ОПК-9.3.1
4	Основные сведения о программах, их установка и загрузка. Методы ввода информации и редактирование выражений.	ОПК-9.3.1, ОПК-9.В.1
5	Построение математических выражений. Вычисление производных, интегралов, пределов, сумм и разложение в ряды и т.д. Декларирование новых определений.	ОПК-5.3.1, ОПК-5.У.1

6	Операции факторизации и сепарации выражений.	ОПК-9.3.1, ОПК-9.У.1 ОПК-9.В.1
7	Аналитическое решение нелинейных уравнений и систем уравнений.	ОПК-5.3.1, ОПК-5.У.1 ОПК-5.В.1, ОПК-9.3.1, ОПК-9.У.1 ОПК-9.В.1
8	Аналитическое решение систем дифференциальных уравнений.	ОПК-5.3.1, ОПК-5.У.1 ОПК-5.В.1, ОПК-9.3.1, ОПК-9.У.1 ОПК-9.В.1
9	Требования к системе и установка Mathcad. Окно Mathcad и принципы работы программы. Графика в программе Mathcad, примеры построения двумерных и трехмерных графиков в разных системах координат.	ОПК-5.3.1, ОПК-5.У.1
10	Операторы и примеры их использования. Контроль и управление точностью вычислений. Встроенные функции и примеры их использования.	ОПК-5.3.1, ОПК-5.У.1
11	Дискретное преобразование Фурье для анализа систем управления. Быстрое преобразование Фурье и примеры его использования. Статистические функции.	ОПК-5.3.1, ОПК-5.У.1
12	Интерполяция, регрессия и использование Mathcad для обработки результатов лабораторных исследований.	ОПК-5.3.1, ОПК-5.У.1
13	Решение нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений с помощью Mathcad. Нахождение корней полинома. Анализ и управление точностью вычислений.	ОПК-5.3.1, ОПК-5.У.1 ОПК-5.В.1, ОПК-9.3.1, ОПК-9.У.1 ОПК-9.В.1
14	Решение нелинейных дифференциальных уравнений и систем нелинейных дифференциальных уравнений. Графическое представление результатов решения.	ОПК-5.3.1, ОПК-5.У.1 ОПК-5.В.1, ОПК-9.3.1, ОПК-9.У.1 ОПК-9.В.1
15	Символьный знак равенства и меню Символика. Символьные прямые и обратные преобразования Фурье и Лапласа. Z-преобразование.	ОПК-5.3.1, ОПК-5.У.1
16	Инженерные расчеты в MATLAB и SIMULINK.	ОПК-5.3.1, ОПК-5.У.1, ОПК-5.В.1, ОПК-9.3.1, ОПК-9.У.1 ОПК-9.В.1
17	Построение графиков. Матричные операции и работа с	ОПК-9.3.1,

	полиномами Собственные числа и векторы, символьные вычисления в MATLAB.	ОПК-9.У.1 ОПК-9.В.1
18	Моделирование линейных систем в MATLAB. Способы описания линейных систем. Моделирование линейных систем.	ОПК-9.3.1, ОПК-9.У.1 ОПК-9.В.1
19	Пример моделирования в SIMULINK Моделирование динамических систем.	ОПК-5.3.1, ОПК-5.У.1, ОПК-5.В.1, ОПК-9.3.1, ОПК-9.У.1 ОПК-9.В.1,
20	Канонические формы линейных систем Изменение базиса в пространстве состояний.	ОПК-5.3.1, ОПК-5.У.1, ОПК-5.В.1,
21	Моделирование в SIMULINK. Редактор дифференциальных уравнений DEE. Маскирование подсистем в SIMULINK.	ОПК-5.3.1, ОПК-5.У.1, ОПК-5.В.1, ОПК-9.3.1, ОПК-9.У.1 ОПК-9.В.1 ПК-8.В.1
22	Преобразования моделей динамических систем. Примеры преобразований.	ОПК-5.3.1, ОПК-5.У.1, ОПК-5.В.1,
23	Общие сведения о моделировании технических объектов и систем. Требования, предъявляемые к математическим моделям. Формы представления математических моделей.	ОПК-5.3.1, ОПК-5.У.1, ОПК-5.В.1, ОПК-9.3.1, ОПК-9.У.1
24	Передаточные функции, Z-преобразования, описание систем в пространстве состояний. Метод переменных состояний.	ОПК-5.3.1, ОПК-5.У.1, ОПК-5.В.1, ОПК-9.3.1, ОПК-9.У.1
25	Взаимосвязь векторно-матричной формы описания объекта с его передаточной функцией.	ОПК-5.3.1, ОПК-5.У.1, ОПК-5.В.1, ОПК-9.3.1, ОПК-9.У.1
26	Случайные процессы и стохастические системы. Моделирование стохастических систем.	ОПК-5.3.1, ОПК-5.У.1, ОПК-5.В.1, ОПК-9.3.1, ОПК-9.У.1
27	Характеристики случайных процессов. Гауссовские случайные процессы и область их использования.	ОПК-5.3.1, ОПК-5.У.1, ОПК-5.В.1, ОПК-9.3.1, ОПК-9.У.1

28	Векторные случайные процессы. Вычисление вектора математического ожидания и матрицы ковариаций для нестационарных систем.	ОПК-5.3.1, ОПК-5.У.1, ОПК-5.В.1, ОПК-9.3.1, ОПК-9.У.1
29	Синтез оптимальных систем управления аэрокосмическими системами на ЭВМ. Задачи оптимизации систем управления. Моделирование оптимальных систем на ЭВМ.	ОПК-5.3.1, ОПК-5.У.1, ОПК-5.В.1, ОПК-9.3.1, ОПК-9.У.1 ОПК-9.В.1 ПК-8.В.1
30	Фильтр Люенбергера. Выбор коэффициентов передачи в фильтре Люенбергера.	ОПК-5.3.1, ОПК-5.У.1, ОПК-5.В.1, ОПК-9.3.1, ОПК-9.У.1 ОПК-9.В.1
31	Фильтр Калмана и особенности его моделирования на ЭВМ.	ОПК-5.3.1, ОПК-5.У.1, ОПК-5.В.1, ОПК-9.3.1, ОПК-9.У.1 ОПК-9.В.1 ПК-8..В.1

Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 17)

Таблица 17 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 18)

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	Не предусмотрено	

## 1. Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## **11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

### **11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала**

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимся лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально–деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- Изложение теоретических вопросов, связанных с рассматриваемой темой;
- Описание методов и алгоритмов, применяемых для решения технических задач моделирования электромеханических систем навигации и управления подвижными объектами;
- Демонстрация примеров решения задач;
- Обобщение изложенного материала;
- Ответы на возникающие вопросы по теме лекции.

Методические указания по освоению лекционного материала имеются в изданном виде, в виде электронных следующих ресурсов библиотеки ГУАП:

*guar.ru/guar/kaf12/1-4.doc*

*guar.ru/guar/kaf44/trud/mironovsky\_petrova\_matlab.pdf*

## **11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению лабораторных работ**

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач у обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

### **Задание и требования к проведению лабораторных работ**

Студенты разбиваются на подгруппы, по 3-4 человека. Перед проведением лабораторной работы обучающимся следует внимательно ознакомиться с методическими указаниями по ее выполнению. В соответствии с заданием обучающиеся должны подготовить необходимые данные, получить от преподавателя допуск к выполнению лабораторной работы, выполнить указанную последовательность действий, получить требуемые результаты, оформить и защитить отчет по лабораторной работе.

### **Структура и форма отчета о лабораторной работе**

Отчет о лабораторной работе должен включать в себя: титульный лист, формулировку задания, теоретические положения, используемые при выполнении лабораторной работы, описание процесса выполнения лабораторной работы, полученные результаты и выводы.

### **Требования к оформлению отчета о лабораторной работе**

По каждой лабораторной работе выполняется отдельный отчет. Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном (образцом) приведенным на сайте ГУАП ([www.guar.ru](http://www.guar.ru)) в разделе «Сектор нормативной документации». Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП ([www.guar.ru](http://www.guar.ru)) в разделе «Сектор нормативной документации».



### **11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы**

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся является учебно-методический материал по дисциплине.

### **11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине в форме экзамена и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации соответствует требованиям Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

## Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой