

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 13

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н.  
(должность, уч. степень, звание)

Н.А. Овчинникова  
(инициалы, фамилия)

(подпись)  
«24» июня 2024 г

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доцент, к.т.н.  
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

Н.А. Овчинникова  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«24» \_\_06\_\_ 2024 г, протокол № \_\_11\_\_

Заведующий кафедрой № 13

доц., к.т.н.  
(уч. степень, звание)

(подпись, дата)

Н.А. Овчинникова  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе

доц., к.т.н.  
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

В.Е. Таратун  
(инициалы, фамилия)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Моделирование приборов и систем управления летательных аппаратов»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	24.05.06
Наименование направления подготовки/ специальности	Системы управления летательными аппаратами
Наименование направленности	Приборы систем управления летательных аппаратов
Форма обучения	очная
Год приема	2024

## Аннотация

Дисциплина «Моделирование приборов и систем управления летательных аппаратов» входит в образовательную программу высшего образования – программу специалитета по направлению подготовки/ специальности 24.05.06 «Системы управления летательными аппаратами» направленности «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, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 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 ОП ВО.

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 решения типовых задач профессиональной деятельности ОПК-9.В.1 владеть навыками отладки, верификации и применения программ, в том числе разработанных с использованием современных

		интеллектуальных технологий для решения задач в профессиональной деятельности
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 может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

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

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)	36	36

<b>Самостоятельная работа</b> , всего (час)	76	76
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

#### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

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

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, 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		15
Раздел 2. Преобразования моделей динамических систем. Примеры преобразований.	4		4		15
Раздел 3. Случайные процессы и стохастические системы. Моделирование стохастических систем	4		4		15
Раздел 4. Синтез оптимальных систем управления аэрокосмическими системами на ЭВМ	8		6		15
Раздел 5. Методы, программы и примеры моделирования систем управления движением и навигации	10		6		16
Итого в семестре:	34		34		76
Итого	34	0	34	0	76

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1.	Раздел 1. Вводный раздел Тема 1.1. Общие сведения о динамических системах. Методы их математического описания. 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. Тема 1.2. Компьютерные средства моделирования и аналитических преобразований

	<p>Область применения программ 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. Аналитическое решение систем дифференциальных уравнений.</p> <p>Тема 1.3. Инженерные расчеты в MATHCAD 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 Канонические формы линейных систем Изменение базиса в пространстве состояний Модальная и сопровождающая канонические формы Сбалансированное представление Линейные МИМО-модели. Описание МИМО-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>Раздел 2. Преобразования моделей динамических систем. Примеры преобразований.</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>Раздел 3. Случайные процессы и стохастические системы. Моделирование стохастических систем.</p> <p>Характеристики случайных процессов. Гауссовские случайные процессы и область их использования. Векторные случайные процессы. Вычисление вектора математического ожидания и матрицы ковариаций для нестационарных систем</p>
4.	<p>Раздел 4. Синтез оптимальных систем управления аэрокосмическими системами на ЭВМ.</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</p>

	фильтре Люенбергера. Фильтр Калмана и особенности его моделирования на ЭВМ. Синтез и исследование алгоритмов и структур интегрированных систем навигации и управления
5.	Раздел 5. Методы, программы и примеры моделирования систем управления движением и навигации 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.

#### 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)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

#### 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)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 9				
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	6		4

	по курсу с заданным качеством переходного процесса			
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
8.	Зачетное занятие	2		
Всего		34		

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы  
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся  
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
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	50	50
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	13	13
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	13	13
Всего:	76	76

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)  
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся 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/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
004.9 П 16	А.И. Панферов, А.В. Лопарев.	164

	Компьютерный анализ и синтез систем ориентации, стабилизации и навигации. Учебное пособие. - СПб.: ГУАП, 2008. - 82 с.	
004(075) П16	А. И. Панферов, А. В. Лопарев, В. К. Пономарев. Применение Mathcad в инженерных расчетах: Учеб. пособие /СПбГУАП. СПб., 2004. 88 с	85
	Л.А. Мироновский, К. Ю. Петрова. ВВЕДЕНИЕ В МАТЛАВ. Учеб. пособие /СПбГУАП. СПб., 2005. 122 с.	100
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.-Петербур. 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, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

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, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

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

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Тесты.

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 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«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>
«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>

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«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 представлены в таблице 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 ОПК-9.3.1
3.	Основные сведения о программах MAPLE, MATHCAD, MATLAB, Последние тенденции их развития	ОПК-5.3.1 ОПК-5.У.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 полиномами Собственные числа и векторы, символьные вычисления в MATLAB	ОПК-9.3.1, 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-7.У.1, ПК-7.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.
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 / дифф. зачета представлены в таблице 16.  
Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

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

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

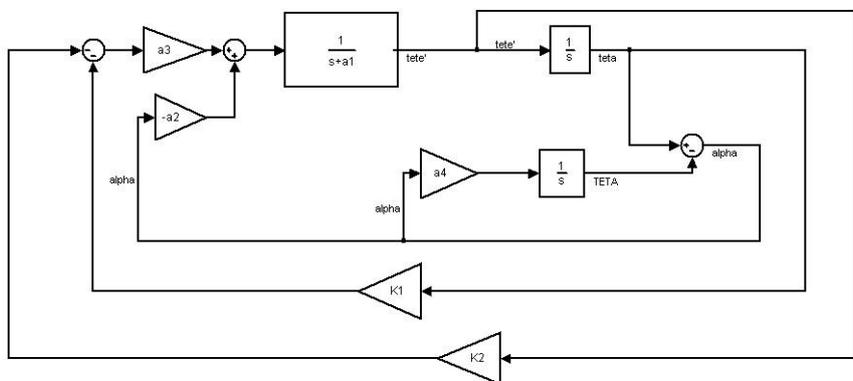
№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	<p>Параметрами системы называют</p> <p><b>А) Показатели, количественно определяющиеся физическим и свойствами элементов системы</b></p> <p>Б) Величины, характеризующие энергетическое или информационное наполнение элемента или подсистемы</p> <p>В) Свойства элементов объектов системы</p>	<p>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</p>
2	<p>Метод моделирования исследования объектов, при котором изучаемый объект (процесс, явление) воспроизводится с сохранением его физической природы или используется аналогичное другое физическое явление, называется</p> <p><b>А) Экспериментальным (физическим)</b></p> <p>Б) Расчетным</p> <p>В) Аналитическим</p>	<p>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</p>
3	<p>Тип математических моделей, которые используют алгоритмы называются</p> <p><b>А) Имитационные</b></p> <p>Б) Детерминированные</p> <p>В) Аналитические</p>	<p>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</p>
4	<p>К стохастическим моделям не относят</p> <p><b>А) Материальную точку</b></p> <p>Б) Идеальный газ</p> <p>В) Квантовый осциллятор</p>	<p>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</p>
5	<p>Установите соответствие:</p> <p><b>(1А, 2Б)</b></p> <p>1 Статистический метод, который позволяет определить распределение характеристик исследуемого объекта в интервале от минимального до максимального значений, называют</p> <p>2 Метод анализа данных, который предсказывает ценность неизвестных данных с помощью другого связанного и известного значения данных, называют</p> <p>А) Частотным</p> <p>Б) Линейной регрессией</p> <p>В) Экспериментальных переменных</p> <p>Г) Корреляционным</p>	<p>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</p>

6	<p>Установите соответствие:  <b>(1А, 2Б)</b>  1 Интегрирующим звеном описывается  2 Колебательным звеном описывается  А) Гидравлический демпфер  Б) Гироскопическая система  В) Механический редуктор</p>	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
7	<p>Установите соответствие:  <b>(1А, 2Б)</b>  1 Космический аппарат, находящийся на круговой орбите вокруг Земли, космическая ракета на этапе взлета, когда интенсивно расходуется топливо-все указанное можно отнести к системе  2 Ракета, масса которой в течение полета изменяется в связи с выгоранием топлива, система управления полетом снаряда, параметры которой могут зависеть от дальности снаряда до цели и изменяться со временем в процессе движения снаряда-все указанное можно отнести к системе  А) Стационарной  Б) Нестационарной  В) Неуправляемой  Г) Неустойчивой</p>	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
8	<p>Метод приближённого представления замкнутых нелинейных систем, при котором исследование нелинейной системы заменяется анализом линейной системы, в некотором смысле эквивалентной исходной, называется _____ (<b>линеаризацией, линеаризация</b>)</p>	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
9	<p>Эксперимент над математической моделью объекта на ЭВМ, который состоит в том, чтобы по одним параметрам модели вычислить другие ее параметры и на этой основе сделать выводы о свойствах явления, описываемого математической моделью, называют _____ (<b>вычислительным, вычислительный</b>)</p>	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
10	<p>На заданной высоте, равной 1м отпускают мяч весом 100 г., который летит до поверхности, и отскакивает от нее на высоту ~80% от начальной точки. Необходимо построить модель полета и отскоков мяча и определить основные параметры модели.  Список отношений которые влияют на поведение мяча.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Сила гравитации равно произведению массы тела на ускорение свободного падения</li> <li>• Ускорение тела равно отношению сил действующих на тело к массе тела</li> <li>• Изменение скорости равно интегралу от ускорения.</li> <li>• Изменение расстояния равно интегралу от скорости</li> <li>• Сила сжатия тела равна произведению сжатия тела на коэффициент упругости (1000 Н/м)</li> <li>• Сила трения мяча о воздух пропорциональна квадрату скорости мяча (коэффициент трения 0.01 кг/м)</li> </ul>	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

11	<p>Системы стабилизации тангажа  <math>a_1=0.87</math>; <math>a_2=0.43</math>; <math>a_3=3.4</math>; <math>a_4=0.65</math></p> <p>Определить <math>k_1</math> и <math>k_2</math>, обеспечивающие время переходного процесса при начальных условиях <math>teta = 10</math> град не более 4 секунд и перерегулирование не более 5%</p> 	<p>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</p>
----	---	---

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	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 обучающимися 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:

[guap.ru/guap/kaf12/1-4.doc](http://guap.ru/guap/kaf12/1-4.doc)

[guap.ru/guap/kaf44/trud/mironovsky\\_petrova\\_matlab.pdf](http://guap.ru/guap/kaf44/trud/mironovsky_petrova_matlab.pdf)

11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению 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 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 обучающемуся 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.guap.ru](http://www.guap.ru)) в разделе «Сектор нормативной документации». Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП ([www.guap.ru](http://www.guap.ru)).

#### 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.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

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 являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

#### 11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Порядок прохождения текущего контроля успеваемости определяется Положениями ГУАП «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».

Система оценивания:

1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов

4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

По итогам тестирования выставляется оценка: «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно». При получении менее 3-х баллов («неудовлетворительно») обучающемуся предоставляется возможность подготовиться и повторно пройти тестирование в сроки, предусмотренные учебным планом.

К промежуточной аттестации допускаются обучающиеся, полностью выполнившие учебный план, предусмотренный рабочей программой дисциплины, по всем видам учебных занятий.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с руководящим документом организации РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов, обучающихся по образовательным программам высшего образования в ГУАП» [https://docs.guap.ru/guap/2020/sto\\_smk-3-76.pdf](https://docs.guap.ru/guap/2020/sto_smk-3-76.pdf).

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