

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

Кафедра № 13

УТВЕРЖДАЮ
Ответственный за образовательную
программу

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

В.К. Пономарев

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«18» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Автоматизированные системы навигации и управления»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	24.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Системы управления движением и навигация
Наименование направленности	Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

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

(подпись, дата)

В.К. Пономарев
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«18» февраля 2025 г, протокол № 7

Заведующий кафедрой № 13

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)

Аннотация

Дисциплина «Автоматизированные системы навигации и управления» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 24.03.02 «Системы управления движением и навигация» направленности «Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации». Дисциплина реализуется кафедрой «№13».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-1 «Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности».

ОПК-7 «Способен проводить динамические расчеты систем управления движением и навигации».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с формированием у студентов необходимых теоретических знаний по предмету, привитием навыков выполнения самостоятельных расчетов и исследований по определению функциональных и технических характеристик элементов приборов и устройств пилотажно-навигационных и электроэнергетических комплексов летательных аппаратов и формирование алгоритмов их работы.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося, курсовая работа.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов общих теоретических и практических знаний об элементах, приборах и системах управляющих, пилотажно-навигационных и электроэнергетических комплексов, особенностях их функционирования и применения в составе бортового оборудования летательных аппаратов различных классов, привитие навыков системного подхода к выбору компонент комплексов и формированию их структуры.

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-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.У.3 умеет проводить моделирование в профессиональной деятельности
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-7 Способен проводить динамические расчеты систем управления движением и навигации	ОПК-7.3.1 знает математическое описание элементов системы управления ОПК-7.У.1 умеет проводить динамические расчеты систем управления ОПК-7.В.1 имеет навыки исследования динамики систем управления ОПК-7.В.2 владеет методами операционного исчисления и спектрального анализа

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- Физика;
- Математика;
- Прикладная механика;
- Электротехника;
- Специальные электрические машины;
- Основы теории управления;
- Гироподобные приборы и системы.

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

- Инерциальные и интегрированные системы навигации;
- Обработка навигационной информации;
- Основы инерциальной навигации;
- Технические средства навигации и управления движением.

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
		№7
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки		
Аудиторные занятия, всего час.	102	102
в том числе:		
лекции (Л), (час)	51	51
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17	17
экзамен, (час)	27	27
Самостоятельная работа, всего (час)	15	15
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

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)
Семестр 7					
Раздел 1. Общие сведения об управляемом полете. Тема 1.1 Общая характеристика процесса управления. Тема 1.2 Принципы построения систем автоматизации полета	6				2

Раздел 2. Математические модели летательного аппарата. Тема 2.1 Модель продольного движения Тема 2.2. Модель движения центра масс. Тема 2.3. Модель движения в возмущенной атмосфере.	8				2
Раздел 3. Системы улучшения характеристик устойчивости и управляемости ЛА. Тема 3.1. Автоматические системы демпфирования колебаний ЛА. Тема 3.2. Системы стабилизации и управления перегрузками.	8	8	8		2
Раздел 4. Системы стабилизации углового движения ЛА. Тема 4.1. Системы стабилизации и управления креном ЛА. Тема 4.2. Системы стабилизации и управления углами тангажа и рысканья. Тема 4.3. Системы стабилизации углового движения с перекрестными связями.	10	6	6		3
Раздел 5. Системы стабилизации и управления движением центра масс. Тема 5.1. Системы стабилизации и управления высотой полета. Тема 5.2. Системы стабилизации и управления скоростью полета. Тема 5.3. Системы стабилизации и управления боковым движением.	10	3	3		2
Раздел 6. Системы автоматического наведения. Тема 6.1. Системы наведения беспилотных летательных аппаратов. Тема 6.2. Системы автоматического управления заходом на посадку и посадкой самолетов.	4				2
Раздел 7. Системы комплексной автоматизации полета ЛА	5				2
Выполнение курсовой работы				17	
Итого в семестре:	51	17	17	17	15
Итого	51	17	17	17	15

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	<p>Раздел 1. Общие сведения об управляемом полете.</p> <p>Тема 1.1 Общая характеристика процесса управления.</p> <p>Системы координат. Основные определения. Принципы управления летательными аппаратами самолетной, осесимметричной и вертолетной схемы. Характеристики маневренности, устойчивости и управляемости.</p> <p>Тема 1.2 Принципы построения систем автоматизации полета.</p> <p>Принципы построения систем автоматизации полета. Классификация систем управления. Задачи, решаемые системами стабилизации, навигации и управления летательными аппаратами. Иерархическая структура пилотажно-навигационного комплекса. Подсистемы комплекса. Решаемые задачи.</p>
2	<p>Раздел 2. Математические модели летательного аппарата.</p> <p>Тема 2.1 Модели пространственного движения.</p> <p>Уравнения пространственного движения летательного аппарата. Линеаризованные уравнения продольного и бокового движения. уравнения. Короткопериодическое и длиннопериодическое движение в продольном и боковом движении. Движение крена. Передаточные функции по управляющим и возмущающим воздействиям. Передаточные функции связи между полетными параметрами ЛА. Частотные характеристики ЛА. Представление математических моделей динамики и кинематики ЛА в виде структурных схем.</p> <p>Тема 2.2. Модель движения центра масс.</p> <p>Уравнения траекторного движения. Передаточные функции и структурные схемы.</p> <p>Тема 2.3. Модель движения в возмущенной атмосфере.</p> <p>Динамические и кинематические уравнения летательного аппарата при полете в возмущенной атмосфере. Передаточные функции и структурные схемы.</p>
3	<p>Раздел 3. Системы улучшения характеристик устойчивости и управляемости ЛА.</p> <p>Тема 3.1. Автоматические системы демпфирования колебаний ЛА.</p> <p>Требования к системам автоматического демпфирования. Системы прямого действия. Улучшение характеристик устойчивости и управляемости с помощью регуляторов непрямого действия. Системы штурвального управления. Выбор параметров закона регулирования.</p> <p>Тема 3.2. Системы стабилизации и управления перегрузками.</p> <p>Автоматы управления. Системы стабилизации и управления перегрузками простейшего типа. Выбор параметров закона регулирования. Системы стабилизации и управления перегрузками с интегральным законом регулирования. Выбор параметров закона регулирования.</p>

4	<p>Раздел 4. Системы стабилизации углового движения ЛА.</p> <p>Тема 4.1. Системы стабилизации и управления креном ЛА.</p> <p>Функциональные и структурные схемы систем стабилизации системы стабилизации и управления креном ЛА. Законы регулирования. Характеристики точности и устойчивость систем стабилизации крена со статическим, астатическим и изодромным рулевыми приводами. Выбор параметров закона регулирования.</p> <p>Тема 4.2. Системы стабилизации и управления углами тангажа и рысканья.</p> <p>Функциональные и структурные схемы систем. Законы регулирования. Характеристики точности и устойчивость систем с рулевыми приводами различных типов. Выбор параметров закона регулирования.</p> <p>Тема 4.3. Системы стабилизации углового движения с перекрестными связями.</p> <p>Принципы учета взаимосвязи движений ЛА в законах регулирования систем управления. Координированный разворот ЛА.</p>
5	<p>Раздел 5. Системы стабилизации и управления движением центра масс.</p> <p>Тема 5.1. Системы стабилизации и управления высотой полета.</p> <p>Принципы стабилизации и управления высотой полета. Стабилизация высоты воздействием на руль высоты. Стабилизация высоты воздействием на тягу двигателей. Обеспечение требуемых характеристик точности и устойчивости.</p> <p>Тема 5.2. Системы стабилизации и управления скоростью полета.</p> <p>Разновидности системы стабилизации и управления скоростью полета. Стабилизация скорости воздействием на руль высоты. Стабилизация скорости полета воздействием на тягу двигателей. Обеспечение требуемых характеристик точности и устойчивости.</p> <p>Тема 5.3. Системы стабилизации и управления боковым движением.</p> <p>Функциональные и структурные схемы систем стабилизации и управления боковым движением. Стабилизация бокового сноса с помощью координированного разворота. Стабилизация бокового сноса с помощью плоского разворота. Характеристики точности при полете с боковым ветром. Обеспечение требуемых характеристик устойчивости.</p>
6	<p>Раздел 6. Системы автоматического наведения.</p> <p>Тема 6.1. Системы наведения беспилотных летательных аппаратов.</p> <p>Принципы построения систем наведения, классификация. Функциональные схемы систем автоматического наведения, составные части. Системы</p>

	<p>автономного наведения. Системы теленаведения. Методы теленаведения. Командные системы теленаведения. Характеристики точности и устойчивости. Лучевые системы теленаведения. Устойчивость и точность лучевых систем телеуправления. Системы самонаведения. Составные части систем самонаведения. Кинематика полета. Промах. Методы самонаведения. Координаторы систем самонаведения. Структурная схема и характеристики системы самонаведения. Особенности процесса наведения.</p> <p>Тема 6.2. Системы автоматического управления заходом на посадку и посадкой самолетов</p> <p>Предпосадочное маневрирование, заход на посадку, приземление. Задачи, решаемые на этих этапах. Категории посадки. Структурная схема и законы управления системы захода на посадку в вертикальной плоскости. Структура и характеристики системы управления боковым движением. Методы управления выравниванием. Законы управления при выравнивании. Особенности динамики систем автоматического выравнивания.</p>
7	<p>Раздел 7. Системы комплексной автоматизации полета ЛА</p> <p>Принципы построения и структуры систем комплексной автоматизации полета. Цифровые системы управления полетом. Задачи, возлагаемые на ЦВМ бортовых комплексов. Многомерные системы управления полетом и особенности их проектирования. Система АБСУ-154. Система САУ-2Т.</p>

Часть лекционных занятий проводится в интерактивной форме с демонстрацией слайдов и учебных фильмов

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
Семестр 7					
1	Расчет параметров и моделирование системы демпфирования колебаний ЛА.	Аналитические расчеты и моделирование	3	3	2
2	Расчет параметров и моделирование системы стабилизации крена	Аналитические расчеты и моделирование	2	2	3

	со статическим рулевым приводом.				
3	Расчет параметров и моделирование системы стабилизации крена с астатическим рулевым приводом.	Аналитические расчеты и моделирование	3	3	4
4	Расчет параметров и моделирование системы стабилизации скорости полета.	Аналитические расчеты и моделирование	3	3	4
5	Изучение схем, конструкций, законов регулирования и экспериментальное определение передаточных коэффициентов автопилота АП-28.	Аналитические расчеты и моделирование	3	3	4
6	Моделирование системы самонаведения с законом пропорционального наведения.	Аналитические расчеты и моделирование	3	3	7
Всего			17	17	

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 7				
1	Исследование характеристик рулевого привода с гибкой обратной связью	4	4	5
2	Исследование характеристик рулевого привода с жесткой обратной связью	4	4	5
3	Исследование характеристик рулевого привода с изотропной обратной связью	4	4	5
4	Исследование схем динамической коррекции	3	3	6
5	ШИМ-управление двигателем постоянного тока	2	2	7

Всего	17	17	
-------	----	----	--

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Цель курсовой работы: Приобретение навыков по расчету параметров элементов, входящих в систему управления и стабилизации летательного аппарата.

Примерные темы заданий на курсовую работу приведены в разделе 10 РПД.

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 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	5	5
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	15	15

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)
629.7 С38	Синяков А. Н., Шаймарданов Ф. А.. Системы автоматического управления ЛА и их силовыми установками : учебник для втузов / - М. : Машиностроение, 1991. - 320 с.	35
629.7 А99	Аэромеханика самолета: динамика полета: учебник для вузов / А. Ф. Бочкарев [и др.] ; ред. : А. Ф. Бочкарев, В. В. Андреевский. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1985. - 360 с.	35

629.7 М69	Михалев И. А., Окоемов Б. Н., Чикулаев М. С.. Системы автоматического управления самолетом, 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1987. - 240 с.	12
629.7.05 С 40	Системы цифрового управления самолетом А. Д. Александров [и др.] ; ред. А. Д. Александров, С. М. Федоров. - М. : Машиностроение, 1983.- 223 с.	12

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
http://lib.aanet.ru/jirbis2/	Общая теория систем ориентации [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторных работ / Ленингр. ин-т авиац. приборостроения ; сост. Г. Н. Кудряшов, А. В. Сазонов, С. Ф. Скорина. - Электрон. текстовые дан. - Л. : Изд-во ЛИАП, 1988. - 36 с.

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 таблице 12.

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	Специализированная лаборатория «Гироскопических приборов и систем»	13-03б
4	Специализированная лаборатория «Систем управления ЛА»	13-04
5	Дисплейный класс	
6	Стенды препарированных гироскопов и рулевых машин	13-03б, 13-04

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; Экзаменационные билеты; Задачи; Тесты.
Выполнение курсовой работы	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсовой работы по дисциплине.

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"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.

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

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	Принципы управления летательными аппаратами самолетной, осесимметричной и вертолетной схемы.	ОПК-1.У.3
2	Характеристики маневренности, устойчивости и управляемости. Принципы построения систем автоматизации полета. Классификация систем.	ОПК-1.У.3
3	Иерархическая структура пилотажно-навигационного комплекса.	ОПК-1.У.3
4	Иерархическая структура пилотажно-навигационного комплекса.	ОПК-1.У.3
5	Короткопериодическое и длиннопериодическое движение в продольном и боковом движении.	ОПК-1.У.3
6	Передаточные функции по управляющим и возмущающим воздействиям.	ОПК-1.У.3
7	Частотные характеристики ЛА.	ОПК-1.У.3
8	Представление математических моделей динамики и кинематики ЛА в виде структурных схем.	ОПК-1.У.3
9	Уравнения траекторного движения.	ОПК-7.3.1
10	Представление математических моделей динамики и кинематики ЛА в виде структурных схем.	ОПК-7.3.1
11	Передаточные функции и структурные схемы ЛА.	ОПК-7.3.1
12	Динамические и кинематические уравнения летательного аппарата при полете в возмущенной атмосфере.	ОПК-7.3.1
13	Улучшение характеристик устойчивости и управляемости с помощью регуляторов непрямого действия.	ОПК-7.3.1
14	Системы стабилизации и управления перегрузками простейшего типа.	ОПК-7.3.1
15	Системы стабилизации и управления перегрузками с интегральным законом регулирования.	ОПК-7.3.1
16	Характеристики точности и устойчивость систем	ОПК-7.3.1

	стабилизации крена со статическим рулевыми приводами.	
17	Принципы учета взаимосвязи движений ЛА в законах регулирования систем управления. Координированный разворот ЛА.	ОПК-7.У.1
18	Принципы стабилизации и управления высотой полета. Стабилизация высоты воздействием на руль высоты.	ОПК-7.У.1
19	Стабилизация скорости воздействием на руль высоты.	ОПК-7.У.1
20	Стабилизация скорости полета воздействием на тягу двигателей.	ОПК-7.У.1
21	Стабилизация высоты воздействием на тягу двигателей. Обеспечение требуемых характеристик точности и устойчивости.	ОПК-7.У.1
22	Стабилизация бокового сноса с помощью координированного разворота.	ОПК-7.У.1
23	Стабилизация бокового сноса с помощью плоского разворота.	ОПК-7.У.1
24	Принципы построения систем наведения, классификация.	ОПК-7.У.1
25	Системы теленаведения. Методы теленаведения.	ОПК-7.В.1
26	Командные системы теленаведения. Характеристики точности и устойчивости.	ОПК-7.В.1
27	Лучевые системы теленаведения. Устойчивость и точность лучевых систем телеуправления.	ОПК-7.В.1
28	Системы самонаведения. Составные части систем самонаведения.	ОПК-7.В.1
29	Кинематика полета при самонаведении. Промах.	ОПК-7.В.1
30	Методы самонаведения.	ОПК-7.В.1
31	Координаторы систем самонаведения.	ОПК-7.В.1
32	Структурная схема и характеристики системы самонаведения. Особенности процесса наведения.	ОПК-7.В.1
33	Заход самолета на посадку. Категории посадки.	ОПК-7.В.2
34	Структурная схема и законы управления системы захода на посадку в вертикальной плоскости.	ОПК-7.В.2
35	Структура и характеристики системы управления боковым движением.	ОПК-7.В.2
36	Методы управления выравниванием. Законы управления при выравнивании.	ОПК-7.В.2
37	Особенности динамики систем автоматического выравнивания.	ОПК-7.В.2
38	Принципы построения и структуры систем комплексной автоматизации полета.	ОПК-7.В.2
39	Цифровые системы управления полетом.	ОПК-7.В.2
40	Многомерные системы управления полетом и особенности их проектирования.	ОПК-7.В.2

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
	<p>Курсовой проект по дисциплине "Системы управления и стабилизации летательных аппаратов" выполняется на типовую тему: проектирование автомата стабилизации тангажа. Каждый студент получает индивидуальное задание, отличающееся типом летательного аппарата, для которого проектируется автопилот, видом возмущающего воздействия, типом обратной связи, применяющимся в рулевом контуре автомата, а также методикой синтеза закона регулирования.</p> <p>Вопросы анализа динамических характеристик системы стабилизации с спроектированным автопилотом студенты выполняют с помощью ЭВМ.</p>

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>Как формулируется термин «математическая модель системы управления» в большой советской энциклопедии?</p> <p>Приближенное описание процессов, происходящих в системе, выраженное в виде математических символов</p> <p>Изображение конструкции системы управления</p> <p>Набор составных частей системы управления</p> <p>Программно-математическое обеспечение системы управления</p>	ОПК-1.У.3
2	<p>Характеристическое уравнение системы управления космическим аппаратом представлено в виде: $p^2+2=0$. Определить устойчивость системы.</p> <p>Система находится на границе устойчивости</p> <p>Система устойчива</p> <p>Система неустойчива</p> <p>Система асимптотически устойчива</p>	ОПК-1.У.3
3	<p>Характеристическое уравнение системы управления космическим аппаратом представлено в виде: $p^4-3p^2+2=0$. Определить устойчивость системы.</p> <p>Система находится на границе устойчивости</p> <p>Система устойчива</p> <p>Система неустойчива</p> <p>Система асимптотически устойчива</p>	ОПК-1.У.3
4	<p>Характеристическое уравнение системы управления космическим аппаратом представлено в виде: $p^4-4p^3+3p^2+2=0$. Определить устойчивость системы.</p> <p>Система находится на границе устойчивости</p> <p>Система устойчива</p> <p>Система неустойчива</p> <p>Система асимптотически устойчива</p>	ОПК-1.У.3

5	<p>Характеристическое уравнение системы управления космическим аппаратом представлено в виде: $p^3 + 4p^2 + 3p - 2 = 0$. Определить устойчивость системы. Система находится на границе устойчивости Система устойчива Система неустойчива Система асимптотически устойчива</p>	ОПК-1.У.3
6	<p>Что такое передаточная функция? Отношение изображения выходного сигнала к изображению входного сигнала Коэффициент передачи динамического звена Зависимость, показывающая как по аргументу определить значение функции Характеристика устройства, выражающего его статические свойства</p>	ОПК-7.3.1
7	<p>Как по характеристическому уравнению определить устойчивость исследуемой системы? По значению вещественной части корней характеристического уравнения По значению мнимой части корней характеристического уравнения Только если корни характеристического уравнения вещественные числа По значению модулей корней характеристического уравнения</p>	ОПК-7.3.1
8	<p>Как по результатам моделирования процесса управления определить устойчивость исследуемой системы? Ошибка регулирования должна стремиться к нулю Установившееся значение регулируемого параметра должно быть постоянным Начиная с некоторого момента ошибка стабилизации не превышает определенного значения Невозможно определить устойчивость системы управления</p>	ОПК-7.3.1
9	<p>Точность системы управления увеличиться если: - уменьшить коэффициент передачи системы управления - увеличить коэффициент передачи системы управления, не допуская потери устойчивости - увеличить влияние возмущающих воздействий - использовать цифровую обработку управляющих воздействий</p>	ОПК-7.3.1
10	<p>Математическое описание рулевого привода. Выходной сигнал прямопропорционален входному Релейная характеристика Зона нечувствительности и линейный участок Зона нечувствительности, линейный участок, зона насыщения</p>	ОПК-7.3.1
11	<p>Методы исследования характеристик системы автоматического управления ЛА. Наблюдение Получение переходной характеристики Математическое моделирование Измерение параметров составных элементов</p>	ОПК-7.У.1
12	<p>Как оценить быстродействие системы автоматического управления ЛА?</p>	ОПК-7.У.1

	<p>Оценка зависит от навыков оператора</p> <p>По переходной характеристике</p> <p>Измерить время окончания переходного процесса</p> <p>Оценить невозможно, так как переходный процесс длится бесконечно</p>	
13	<p>Увеличение астатизма системы управления ЛА приводит:</p> <ul style="list-style-type: none"> - к увеличению погрешности стабилизации, - к уменьшению ошибки управления, - к повышению быстродействия, - к повышению колебательности системы. 	ОПК-7.У.1
14	<p>Методы подавления упругих колебаний корпуса в системе стабилизации ЛА.</p> <p>Метод амплитудной стабилизации</p> <p>Метод экспертных оценок</p> <p>Терминальный метод управления</p> <p>Фазовый метод стабилизации</p>	ОПК-7.У.1
15	<p>Основные способы повышения точности управления.</p> <p>Использование высокоточных измерительных устройств</p> <p>Уменьшение энергопотребления приборов, входящих в систему управления ЛА</p> <p>Использование специальных алгоритмов управления</p> <p>Повышение стоимости устройств, входящих в систему управления ЛА</p>	ОПК-7.У.1
16	<p>Динамические характеристики системы автоматического управления ЛА</p> <p>Коэффициент передачи</p> <p>Установившееся значение погрешности стабилизации</p> <p>Амплитудно-фазовая характеристика системы</p> <p>Инерционное запаздывание рулевого привода</p>	ОПК-7.В.1
17	<p>Перечислить основные достоинства метода телеуправления.</p> <p>Высокая помехозащищенность</p> <p>Высокая стоимость</p> <p>Простота ботового оборудования</p> <p>Точность не зависит от дальности расположения управляемого объекта</p>	ОПК-7.В.1
18	<p>Как уменьшить влияние случайной погрешности измерительных устройств на точность стабилизации?</p> <p>Уменьшить невозможно, т.к. случайную погрешность невозможно предсказать</p> <p>Использовать метод группирования</p> <p>Повысить точность измерительных устройств</p> <p>Перед применением провести идентификацию возмущающих воздействий на систему стабилизации</p>	ОПК-7.В.1
19	<p>Основные достоинства систем самонаведения</p> <p>Простота бортовой аппаратуры</p> <p>Высокая точность</p> <p>Высокая помехозащищенность</p> <p>Оптимальное расходование топлива</p>	ОПК-7.В.1
20	<p>Что такое автоколебания?</p> <p>Периодические незатухающие колебания при отсутствии периодического внешнего воздействия</p> <p>Колебания в системе автоматического управления</p>	ОПК-7.В.1

	Колебания, вызванные периодическим внешним воздействием Любые затухающие колебания в системе автоматического управления	
21	Перечислить методы интегрирования систем автоматического управления. Метод Эйлера Метод градиентного спуска Метод Рунге-Кутты Метод экспертных оценок	ОПК-7.В.2
22	Что такое ряд Фурье? Представление функции в виде бесконечного ряда синусоидальных колебаний Бесконечный ряд любой функции Разложение функции в виде степенного ряда Представление функции в виде суммы двух функций	ОПК-7.В.2
23	Что такое тон колебания? Это колебания фиксированной частоты. Синусоидальные колебания заданной частоты Условное название колебаний Колебания в системе управления с изменяемой частотой	ОПК-7.В.2
24	Что означает абсолютно твердое тело? Не изменяет массу тела Обладает только поступательными и вращательными степенями свободы Способность тела сопротивляться деформации Нет правильного ответа	ОПК-7.В.2
25	Основные достоинства автономных систем управления Точность не зависит от времени функционирования системы Высокая помехозащищенность Низкая стоимость Простота бортовой аппаратуры	ОПК-7.В.2

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
(Ниже приводятся рекомендации по составлению данного раздела)

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;
- Демонстрация примеров решения задач;
- Обобщение изложенного материала;
- Ответы на возникающие вопросы по теме лекции.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий.

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

При проведении практических занятий преподаватель должен придерживаться следующего плана:

- изложить суть практического занятия и методику его выполнения;
- выдать индивидуальное задание каждому студенту группы;
- контролировать активность студентов в процессе выполнения задания;
- проверить результат выполнения задания и оценить полноту и качество выполнения по 100 бальной шкале рейтинга;
- отметить в журнале посещения персональное присутствие студентов;
- провести консультации по пропущенным темам практических занятий;
- проверить результаты самостоятельного освоения материала по пропущенным темам.

11.3. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

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

Лабораторные работы проводятся в соответствии методическими указаниями для каждой работы. Перед выполнением лабораторных работ проводится инструктаж по технике безопасности и предварительный опрос студентов на усвоение методики проведения экспериментов с использованием лабораторного оборудования и измерительных приборов. По результатам проведенных экспериментов составляется протокол, который заверяется преподавателем

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Обязательно для заполнения преподавателем

1. титульный лист;
2. цель лабораторной работы;
3. описание исследуемой системы;
4. структура исследуемых параметров;
5. методика проведения экспериментальных исследований;
6. протокол эксперимента;
7. результаты обработки экспериментальных данных;
8. выводы по работе

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет оформляется по ГОСТ 7.32-2017. Титульный лист оформляется по утвержденной форме. Форма титульного листа размещена на сайте ГУАП.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

- систематизировать и закрепить полученные теоретические знания и практические умения по профессиональным учебным дисциплинам и модулям в соответствии с требованиями к уровню подготовки, установленными программой учебной дисциплины, программой подготовки специалиста соответствующего уровня, квалификации;
- применить полученные знания, умения и практический опыт при решении комплексных задач, в соответствии с основными видами профессиональной деятельности по направлению/ специальности/ программе;
- углубить теоретические знания в соответствии с заданной темой;
- сформировать умения применять теоретические знания при решении нестандартных задач;
- приобрести опыт аналитической, расчётной, конструкторской работы и сформировать соответствующие умения;
- сформировать умения работы со специальной литературой, справочной, нормативной и правовой документацией и иными информационными источниками;
- сформировать умения формулировать логически обоснованные выводы, предложения и рекомендации по результатам выполнения работы;
- развить профессиональную письменную и устную речь обучающегося;
- развить системное мышление, творческую инициативу, самостоятельность, организованность и ответственность за принимаемые решения;
- сформировать навыки планомерной регулярной работы над решением поставленных задач.

Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

Пояснительная записка должна содержать следующие разделы:

1. Титульный лист.
 2. Параметры индивидуального задания.
 3. Структура и описание проектируемой системы.
 4. Процедуры(методики) синтеза регулятора .
 5. Числовые результаты синтеза.
 6. Программа моделирования системы .
 7. Результаты моделирования..
- Заключение.

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

Обязательно для заполнения преподавателем

Пояснительная записка оформляется по ГОСТ 7.32-2017. Титульный лист оформляется по утвержденной форме. Форма титульного листа размещена на сайте ГУАП.

11.5. 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 является учебно-методический материал по дисциплине.

11.6. 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.

При подготовке к текущему контролю успеваемости по дисциплине студент должен:

1. Ликвидировать задолженности по практическим и лабораторным занятиям (если имеются).
2. Систематизировать материал учебной дисциплины и подготовиться к ответам на вопросы, выносимые на текущий контроль, используя конспект лекций, рекомендованную литературу.

11.7. 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 промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями 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