

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., доц.

(должность, уч. степень, звание)

В.М. Ананенко

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«26» марта 2026 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/ специализации	Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

Ю.А.Кузьмичев

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«26» марта 2026 г, протокол № 5

Заведующий кафедрой № 13

К.Т.Н., ДОЦ.

(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/специализации «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 ознакомлением студентов с принципами и методами управления полетом летательных аппаратов различных классов, изучение теории и вопросов практической реализации систем управления, различных систем наведения и управления в специальных режимах, решения задач комплексной автоматизации и безопасности.

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (7 семестр).

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

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины является ознакомление студентов с принципами и методами управления полетом летательных аппаратов различных классов, изучение теории и вопросов практической реализации систем управления, различных систем наведения и управления в специальных режимах, решения задач комплексной автоматизации и безопасности полета.

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:

«Математика. Математический анализ»,  
«Физика»,  
«Аэродинамика и динамика полета»,  
«Основы теории управления»,  
«Теория гироскопов и гиросtabilизаторов».

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

«Надежность приборов и систем»,  
«Обработка навигационной информации»,

«Цифровые системы управления».

### 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>		
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	85	85
в том числе:		
лекции (Л), (час)	51	51
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17	17
экзамен, (час)	27	27
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	32	32
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз., Курс. Раб.	Экз., Курс. Раб.

### 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/КР (час)	СР (час)
Семестр 7					
Раздел 1. Общие сведения об управляемом полете.					
Тема 1.1. Общие сведения об управляемом полете и системах управления.	2				1
Тема 1.2. Системы автоматизации полета.	2				1
Раздел 2. Системы управления ракета-носителей.					
Тема 2.1. Общая структура систем управления ракет-носителей.	2				1
Тема 2.2. Задачи и структуры систем управления.	2				1
Тема 2.3. Системы наведения ракет-носителей.	2			17	1
Тема 2.4. Системы стабилизации ракета-носителя.	2		4		3
Тема 2.5. Выбор параметров алгоритмов стабилизации ракета-носителя.	2		4		3
Тема 2.6. Системы регулирования кажущейся скорости ракета-носителей.	2				1

Раздел 3. Системы управления космическими аппаратами.					
Тема 3.1. Общая структура системы управления движением КА.	2				1
Тема 3.2. Системы управления угловым движением КА.	2				1
Тема 3.3. Способы создания управляющих моментов.	2				1
Тема 3.4. Метод фазовых траекторий.	2				1
Тема 3.5. Алгоритмы управления в СУУД.	2		4		3
Тема 3.6. Влияние возмущающих воздействий на точность системы ориентации и стабилизации КА.	2		2		1
Тема 3.7. Системы управления манёвром КА.	2				1
Тема 3.8. Системы управления сближением КА.	2				1
Тема 3.9. Системы управления снижением КА.	2				1
Раздел 4. Бортовые цифровые управляющие комплексы летательных аппаратов.					
Тема 4.1. Состав и назначение средств БЦУК.	2				1
Тема 4.2. Аналитический метод определения устойчивости систем управления с чистым запаздыванием.	2				1
Раздел 5. Системы стабилизации летательных аппаратов самолетного типа.					
Тема 5.1. Математические модели летательного аппарата самолетного типа.	2				1
Тема 5.2. Модель продольного движения ЛА.	2				1
Тема 5.3. Модель движения центра масс ЛА.	2				1
Тема 5.4. Системы улучшения характеристик устойчивости и управляемости ЛА.	2				1
Тема 5.5. Системы стабилизации и управления креном ЛА.	2		3		1
Тема 5.6. Системы стабилизации и управления углами тангажа и рысканья.	2				1
Тема 5.7. Системы стабилизации и управления скоростью полета.	1				1
Выполнение курсовой работы				17	
Итого в семестре:	51		17	17	32
Итого	51	0	17	17	32

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. Общие сведения о системах управления ракет-носителей и космических аппаратов. Тема 1.1. Назначение систем управления ракет-носителей

	<p>и космических аппаратов. Принципы управления, используемые в СУ ЛА. Требования к СУ ЛА.</p> <p>Тема 1.2. Системы автоматизации полета. Принципы построения систем автоматизации полета. Классификация систем управления. Задачи, решаемые системами стабилизации, навигации и управления летательными аппаратами. Иерархическая структура пилотажно-навигационного комплекса. Подсистемы комплекса.</p>
2	<p>Раздел 2. Системы управления ракета-носителей.</p> <p>Тема 2.1. Общая структура систем управления ракет-носителей. Активный участка полёта, пассивный участка полёта. Принципы программирования движения.</p> <p>Тема 2.2. Задачи и структуры систем управления. Основные задачи системы управления РН. Прицеливание, программирование движения, стабилизация, автомат выведения.</p> <p>Тема 2.3. Системы наведения ракет-носителей. Назначение систем наведения. Методы наведения. Формирование программ управления. Функционалы управления выведением РН. Аппаратурная реализация систем управления дальностью и выведением. Ошибки управления выведением и пути их уменьшения.</p> <p>Тема 2.4. Системы стабилизации ракета-носителя. Назначение и структура систем стабилизации. Обоснование алгоритмов стабилизации ракет. Выбор параметров алгоритмов стабилизации. Аппаратурная реализация систем стабилизации. Выбор параметров алгоритмов стабилизации ракета-носителя.</p> <p>Тема 2.6. Системы регулирования кажущейся скорости ракета-носителей. Назначение и принципы построения систем РКС. Обоснование закона управления в системе РКС.</p>
3	<p>Раздел 3. Системы управления космическими аппаратами.</p> <p>Тема 3.1. Общая структура системы управления движением КА. Место СУД в общей структуре управления КА. Задачи и состав СУДН КА.</p> <p>Тема 3.2. Системы управления угловым движением КА. Основные требования к СУУД. Уравнения углового движения КА. Типовая структура СУУД ОП.</p> <p>Тема 3.3. Способы создания управляющих моментов. Активные способы создания управляющих моментов. Сила тяги реактивных двигателей, реактивные моменты двигателей-маховиков, гироскопические моменты, создаваемые силовыми гироскопами. Полуактивные способы создания управляющих моментов, использовании взаимодействия катушки с электрическим током с магнитным полем Земли (МПЗ), использовании взаимодействия КА с набегающим потоком воздуха.</p> <p>Тема 3.4. Метод фазовых траекторий. Основные определения, постановка задачи на исследования, достоинства и недостатки метода исследования. Свойства фазовой плоскости.</p> <p>Тема 3.5. Алгоритмы управления в СУУД. СУУД с релейными датчиками угла и угловой скорости. Логика формирования управляющих воздействий. Характеристики автоколебаний. Линейные законы управления. Скользящий режим.</p> <p>Тема 3.6. Влияние возмущающих воздействий на точность системы ориентации и стабилизации КА. Параметры автоколебаний. Влияние возмущений на параметры</p>

	<p>автоколебаний.</p> <p>Тема 3.7. Системы управления манёвром КА. Виды манёвров. Программы управления. Программные уставки. Система отработки программных уставок.</p> <p>Тема 3.8. Системы управления сближением КА. Методы сближения. Задачи системы управления сближением. Методы сближения по свободным траекториям. Методы сближения по линии визирования.</p> <p>Тема 3.9. Системы управления снижением КА. Требования к траекториям снижения. Способы управления снижением. Баллистический и аэродинамический спуск. Алгоритмы и системы управления снижением.</p>
4	<p>Раздел 4. Бортовые цифровые управляющие комплексы летательных аппаратов.</p> <p>Тема 4.1. Состав и назначение средств БЦУК. Состав аппаратных средств БЦУК. Состав средств программно-математического обеспечения БЦУК.</p> <p>Тема 4.2. Аналитический метод определения устойчивости систем управления с чистым запаздыванием. Методы исследования систем с запаздыванием. Основные допущения разработанного метода.</p>
5	<p>Раздел 5. Системы стабилизации летательных аппаратов самолетного типа.</p> <p>Тема 5.1. Математические модели летательного аппарата самолетного типа. Уравнения пространственного движения летательного аппарата.</p> <p>Тема 5.2. Модель продольного движения ЛА. 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 5.3. Модель движения центра масс ЛА. Уравнения траекторного движения. Передаточные функции и структурные схемы.</p> <p>Тема 5.4. Системы улучшения характеристик устойчивости и управляемости ЛА. 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 5.5. Системы стабилизации и управления креном ЛА. 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 5.6. Системы стабилизации и управления углами тангажа и рысканья. Функциональные и структурные схемы систем. Законы регулирования. Характеристики точности и устойчивость систем с рулевыми приводами различных типов. Выбор параметров закона регулирования.</p> <p>Тема 5.7. Системы стабилизации и управления скоростью полета. 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>
--	--

#### 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 7				
1	Преобразование передаточных функций СУ РН	4	4	2
2	Выбор параметров алгоритма системы стабилизации РН	4	4	2
3	Построение фазовых траекторий КА	4	4	3
4	Влияние возмущающих факторов на параметры автоколебаний	2	2	3
5	Расчет параметров и моделирование системы стабилизации крена	3	3	5
Всего		17	17	

#### 4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы

Цель курсовой работы:

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)	6	6
Курсовое проектирование (КП, КР)	10	10
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	6	6
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	32	32

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

#### 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 Б75	Системы управления летательными аппаратами : учебник / В. А. Боднер. - М. : Машиностроение, 1973. - 504 с.	70
629.735(075) Б53	Беспилотные летательные аппараты : учебное пособие для технических вузов и факультетов / П. М. Афонин [и др.]. - М. : Машиностроение, 1967. - 439 с	4

#### 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="https://lib.guap.ru/jirbis2/components/com_irbis/pdf_view/?37902">https://lib.guap.ru/jirbis2/components/com_irbis/pdf_view/?37902</a>	Динамика полета летательных аппаратов : [

	<p>Электронный ресурс] : учебное пособие / С. В. Богословский, А. Д. Дорофеев ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Документ включает в себя 1 файл, размер: (622 Kb). - СПб. : Изд-во ГУАП, 2002. - 64 с</p>
<p><a href="https://lib.guap.ru/jirbis2/components/com_irbis/pdf_view/?29873">https://lib.guap.ru/jirbis2/components/com_irbis/pdf_view/?29873</a> 7</p>	<p>Системы управления летательными аппаратам и с элементами искусственного интеллекта: учебное пособие / Ю. А. Антохина, Н. А. Овчинникова, Н. Н. Майоров [и др.] ; ред. Ю. А. Антохина ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург: Изд-во ГУАП, 2024. - 222 с.</p>
<p><a href="https://lib.guap.ru/jirbis2/components/com_irbis/pdf_view/?42404">https://lib.guap.ru/jirbis2/components/com_irbis/pdf_view/?42404</a> 2</p>	<p>Расчет летных и маневренных характеристик самолета : [ Электронный ресурс] : методические указания к выполнению практических работ и контрольных заданий / С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост.: И. С. Зегжда, С. Г. Бурлуцкий, А. М. Павлов. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2015. - 43 с.</p>

## 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	БМ 13-03а
2	Мультимедийная лекционная аудитория	БМ 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.

Примечание: \*экзаменационные билеты формируются на основе вопросов и задач таблицы 15.

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	

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.
«хорошо» «зачтено»	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. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.
«удовлетворительно» «зачтено»	– 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. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– 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. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.

### 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	Линеаризованные уравнения продольного и бокового движения	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-7.3.1
7	Передаточные функции связи между полетными параметрами ЛА.	ОПК-7.3.1
8	Частотные характеристики ЛА.	ОПК-7.3.1
9	Представление математических моделей динамики и кинематики ЛА в виде структурных схем.	ОПК-7.3.1
10	Уравнения траекторного движения.	ОПК-7.3.1
11	Передаточные функции и структурные схемы ЛА.	ОПК-7.У.1
12	Динамические и кинематические уравнения летательного аппарата при полете в возмущенной атмосфере.	ОПК-7.У.1
13	Улучшение характеристик устойчивости и управляемости с помощью регуляторов непрямого действия.	ОПК-7.У.1
14	Системы стабилизации и управления перегрузками простейшего типа.	ОПК-7.У.1
15	Характеристики точности и устойчивость систем стабилизации крена со статическим рулевыми приводами.	ОПК-7.У.1
16	Системы стабилизации и управления перегрузками с интегральным законом регулирования.	ОПК-7.В.1
17	Принципы учета взаимосвязи движений ЛА в законах регулирования систем управления. Координированный разворот ЛА	ОПК-7.В.1
18	Принципы стабилизации и управления высотой полета. Стабилизация высоты воздействием на руль высоты.	ОПК-7.В.1
19	Стабилизация высоты воздействием на тягу двигателей. Обеспечение требуемых характеристик точности и устойчивости.	ОПК-7.В.1
20	Стабилизация скорости воздействием на руль высоты.	ОПК-7.В.1
21	Стабилизация скорости полета воздействием на тягу двигателей.	ОПК-7.В.2
22	Стабилизация бокового сноса с помощью координированного разворота.	ОПК-7.В.2
23	Стабилизация бокового сноса с помощью плоского разворота.	ОПК-7.В.2
24	Принципы построения систем наведения, классификация.	ОПК-7.В.2
25	Системы теленаведения. Методы теленаведения.	ОПК-7.В.2
26	Назначение систем управления ЛА и их классификация. Требования к СУ.	ОПК-1.У.3
27	Принципы управления, используемые в СУ ЛА.	ОПК-1.У.3
28	Понятие о наведении и стабилизации. Общая структура СУ РН. Системы наведения РН: назначение, задачи, методы программирования движения	ОПК-7.3.1
29	Формирование программ управления на борту РН. Статические ПУ	ОПК-7.3.1
30	Управление выводением РН. Функционалы управления	ОПК-7.У.1
31	Способы аппаратурной реализации АВ. Ошибки управления выводением и пути их уменьшения.	
32	Назначение и функциональная структура систем	ОПК-7.У.1

	стабилизации РН. Динамические свойства РН как объекта стабилизации. Характеристики измерительных и исполнительных устройств.	
33	Требования к СС РН. Обоснование структуры алгоритмов стабилизации.	ОПК-7.В.1
34	Анализ устойчивости СС РН. Рекомендации по выбору параметров алгоритмов стабилизации.	ОПК-7.В.1
35	Влияние упругих колебаний корпуса РН на работу СУС. Меры обеспечения устойчивости СУС с учётом упругих колебаний корпуса.	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 выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

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

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы
1	Курсовой проект по дисциплине 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. Вопросы анализа динамических характеристик системы стабилизации с спроектированным автопилотом студенты выполняют с помощью ЭВМ.

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	Чем обусловлена необходимость использования в системах управления угловым движением датчиков угловой скорости (ДУС)? <b>Малой частотой процессов угловой стабилизации</b> Высокими требованиями к точности управления Необходимостью выполнения программных поворотов Наличием на КА подвесных элементов конструкции	ОПК-1.У.3
2	Укажите основной недостаток использования управляемых реактивных двигателей для создания управляющих моментов на КА Невозможность обеспечить высокую точность управления Большая колебательность системы Автоколебательный характер установившихся процессов в системе <b>Необходимость иметь запасы рабочего тела на борту</b>	ОПК-1.У.3

3	По характеристическому уравнению системы стабилизации КА определить выполнение необходимого условия устойчивости.		ОПК-1.У.3
	1) $0,1p^4 + 2p^2 + 3 = 0$	А) необходимое условие выполнено, система устойчива	
	2) $0,1p^4 + 3p^3 + 2p^2 + 3 = 0$	В) необходимое условие невыполнено, система неустойчива	
	3) $0,1p^4 + 3p^3 + 2p^2 - 4 = 0$	С) необходимое условие невыполнено, система находится на границе устойчивости	
Ключ к ответу			
1		2	3
С		А	В
4	Пассивный режим работы гироскопических управляющих органов позволяет <b>Обеспечить стабилизацию КА при действии внешних моментов</b> Выполнять программные повороты КА Обеспечивать начальную ориентацию КА <b>Парировать действие внешних возмущающих воздействий</b>		ОПК-1.У.3
5	К какому способу создания управляющих моментов относится способ использования взаимодействия магнитного поля КА с магнитным полем Земли <b>полуактивному</b>		ОПК-1.У.3
6	Чем обусловлена необходимость режима «успокоения» в системах управления угловым движением КА? <b>Зависимостью длительности переходного процесса от начальной угловой скорости КА</b> Стремлением уменьшить расход рабочего тела на управление Требованиями к точности стабилизации Релейной формой статической характеристики УРД		ОПК-7.3.1
7	В чем состоит основное достоинство методов сближения по свободным траекториям? Высокая точность <b>Высокая экономичность</b> Простота технической реализации Высокая надежность решения задачи сближения		ОПК-7.3.1
8	Перечислить достоинства метода сближения по линии визирования по сравнению с методами сближения по свободным траекториям <b>Обеспечивает более высокую точность сближения</b> <b>Требуют больших расходов топлива</b> Сложнее в технической реализации Требуют дополнительных источников информации		ОПК-7.3.1
9	К какому способу создания управляющих моментов относится способ использования взаимодействия магнитного поля КА с магнитным полем Земли <b>полуактивному</b>		ОПК-7.3.1
10	Сопоставить определения способов создания моментов управления в системе стабилизации КА		ОПК-7.3.1
	1) активный способ	А) моменты создаются только	

		за счёт взаимодействия КА с внешней средой без затрат энергии бортовых источников		
	2) полуактивный способ	В) моменты создаются за счёт энергии, запасённой или выработанной на борту КА		
	3) пассивный способ	С) моменты создаются за счёт взаимодействия КА со средой и с некоторыми затратами энергии бортовых источников		
	Ключ к ответу			
	1	2	3	
	В	С	А	
11	Как создается управляющая сила на атмосферном участке снижения КА? Использованием тяги реактивного двигателя <b>Определенным расположением центра масс спускаемого аппарата</b> Управлением величиной угла атаки Использованием аэродинамических управляющих органов			ОПК-7.У.1
12	Что является аргументом программы управления по продольной перегрузке в системе управления снижением КА является? <b>путевая скорость.</b>			ОПК-7.У.1
13	Поправки к программному углу крена вычисляются в зависимости от: <b>рассогласования продольной перегрузки</b> <b>скорости изменения рассогласования продольной перегрузки</b> рассогласования угла атаки и его производной измеренного угла атаки			ОПК-7.У.1
14	Резервированная централизованная структура БЦВК обеспечивает: <b>повышение надежности работы БЦВК</b> повышение производительности БЦВК суммирование вычислительных ресурсов каналов БЦВК <b>повышение точности обработки информации</b>			ОПК-7.У.1
15	Определить удельную тягу управляемых реактивных двигателей КА			ОПК-7.У.1
	1) газовые реактивные сопла (ГРС)	А) ~2000 кг		
	2) химические реактивные двигатели (ХРД)	В) (50-70) кг		
	3) электрореактивные двигатели (ЭРД)	С) (250-320) кг		
	Ключ к ответу			
	1	2	3	
	В	С	А	
16	Как формулируется термин «математическая модель системы управления» в большой советской энциклопедии? <b>Приближенное описание процессов, происходящих в</b>			ОПК-7.В.1

	<p><b>системе, выраженное в виде математических символов</b></p> <p>Изображение конструкции системы управления</p> <p>Набор составных частей системы управления</p> <p>Программно-математическое обеспечение системы управления</p>	
17	<p>Что такое бортовой комплекс согласно «ГОСТ Р 53802-2010. Термины и определения»?</p> <p><b>Совокупность взаимосвязанных систем, устройств и агрегатов космического аппарата, выделяемая по конструктивным и/или функциональным признакам</b></p> <p>Оборудование, размещенное на космическом аппарате</p> <p>Бортовая вычислительная система космического аппарата</p> <p>Система космического аппарата, предназначенная для получения и передачи телеметрической информации</p>	ОПК-7.В.1
18	<p>Что такое специальная система космического аппарата согласно «ГОСТ Р 53802-2010. Термины и определения»?</p> <p><b>Система космического аппарата, предназначенная для реализации задач, обусловленных целевым назначением космического аппарата</b></p> <p>Система, предназначенная для создания условий и реализации функций, обеспечивающих работоспособное состояние бортового оборудования</p> <p>Система ориентации и стабилизации космического аппарата</p> <p>Совокупность элементов бортового оборудования космического аппарата, взаимосвязанных между собой</p>	ОПК-7.В.1
19	<p>Что такое бортовой комплекс защиты космического аппарата согласно «ГОСТ Р 53802-2010. Термины и определения»?</p> <p><b>Бортовой комплекс космического аппарата, предназначенный для прогнозирования, обнаружения, распознавания, локализации и ликвидации аварийных ситуаций</b></p> <p>Система предупреждения о столкновении с космическим мусором</p> <p>Совокупность оборудования, предназначенного для безопасного выхода в открытый космос</p> <p>Комплекс, обеспечивающий безопасность космонавтов</p>	ОПК-7.В.1
20	<p>Что такое бортовой комплекс управления космическим аппаратом согласно «ГОСТ Р 53802-2010. Термины и определения»?</p> <p><b>Комплекс, предназначенный для реализации алгоритмов управления и контроля бортовых систем, выполнения расчетных операций и выдачу результатов расчета и управляющих воздействий в системы и исполнительные устройства</b></p> <p>Система управления движением космического аппарата</p> <p>Совокупность функционально взаимосвязанных устройств, предназначенных для управления угловым движением космического аппарата</p> <p>Бортовая вычислительная система космического аппарата</p>	ОПК-7.В.1

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:

– *Введение:* устанавливается связь темы с пройденным материалом, определяются цели, задачи лекции, формулируется план лекции. Формулируются проблемы. Предлагается список информационных источников по различным взглядам на проблематику лекции. Лектор должен быть краток и выразителен. На введение отводится 5–8 минут.

– *Основное содержание:* отражаются ключевые идеи, теория вопроса. По возможности излагаются различные точки зрения. Выслушиваются суждения студентов. Студентам предлагается сформулировать выводы после каждой логической части. Представляются оценочные суждения лектора. Преподаватель формулирует резюме, подтверждаются или опровергаются ключевые идеи, высказанные в начале лекции.

– *Заключение:* делаются обобщения и выводы в целом по теме. Идет презентация будущего лекционного материала. Преподаватель определяет направления самостоятельной работы студентов/

Варианты чтения лекции:

1. Устное эссе предполагает профессиональное в теоретическом и методическом плане изложение конкретного вопроса. Но это спектакль одного актера, аудитория в лучшем случае вовлечена во «внутренний диалог» с преподавателем. Такая лекция представляет собой продукт, созданный одним только преподавателем, а студентам остается роль пассивных слушателей.

2. Устное эссе-диалог с организацией взаимодействия преподавателя со студентами, которые привлекаются к работе посредством использования приемов скрытого и открытого диалога.

3. Лекция с использованием постановки и решения проблемы. Такая лекция начинается с вопроса, парадокса, загадки, возбуждающим интерес студентов. Ответ, как правило, определяется к концу занятия. Студенты предлагают собственные варианты решения проблемы. Если консенсус не достигается, преподаватель дает больший объем информации, наводящую информацию. Как правило, большинство студентов догадывается о конечном результате еще до провозглашения его преподавателем. После формулирования проблематики основные идеи студентов записываются на доске. Они систематизируются определенным образом, структурируются. В заключении лекции окончательные выводы, разработанные на основе идей студентов, записываются на доске.

Условия лекционного общения:

- предварительная самостоятельная подготовка студентов по задачам, сформулированным на предыдущем занятии по предстоящей тематике;

- свободное и открытое обсуждение материала;

4. Лекция с процедурой пауз предполагает чередование мини-лекций с обсуждениями. Каждые 20 минут освещается важная проблема, затем 5–10 минут она обсуждается. Можно сначала обсудить в малых группах, а затем пригласить кого-то высказать свое мнение от группы. Вслед за обсуждением следует еще одна микролекция.

6. Лекция-диспут, контролируемая преподавателем. Аудитория делится на группы: сторонников данной концепции, оппозицию и арбитров. Студенты делают свой выбор и учатся отстаивать свою точку зрения. Преподаватель организует дебаты и корректирует обсуждение, в конце занятия предлагает свое видение проблемы и подводит итоги.

Выбор варианта лекции определяется образовательными целями и индивидуальным стилем преподавателя.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах.

Не предусмотрено.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий.

Не предусмотрено.

11.4. 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.

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

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

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 года. Титульный лист оформляется по утвержденной форме. Форма титульного листа размещена на сайте ГУАП.

11.5. Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта/ курсовой работы.

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

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

### 11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы слушатель выполняет задания и осваивает учебный материал по рекомендации преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа включает:

- изучение тем, вынесенных на самостоятельное освоение;
- работу с электронными библиотечными системами (ЭБС), справочно-правовыми системами и профессиональными базами данных;
- подготовку к текущему контролю и промежуточной аттестации;
- выполнение контрольных работ (для слушателей заочной формы обучения).

В процессе выполнения самостоятельной работы у слушателя формируется умение планировать учебное время, развиваются навыки систематизации знаний, поиска и анализа информации, что способствует повышению профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу слушателей, являются:

- учебно-методические материалы по дисциплине, размещенные в LMS ГУАП;
- методические указания по выполнению контрольной работы (для слушателей заочной формы обучения);
- перечни основной и дополнительной литературы, ресурсов сети «Интернет».

Рекомендации по организации самостоятельной работы:

- при работе с литературой фокусируйтесь на конкретных главах, разделах, статьях, указанных в методических указаниях к темам;
- при изучении нормативно-правовых актов используйте их актуальные редакции (через справочно-правовые системы или официальные сайты);
- планируйте время равномерно в течение всего периода обучения.

11.7. 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.

11.8. 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».

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с 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 программам 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