

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

Кафедра № 13

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

доц. к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

Н.А. Овчинникова

(подпись, дата)

(подпись)

«18» февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Системы управления летательными аппаратами»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	24.05.06
Наименование направления подготовки/ специальности	Системы управления летательными аппаратами
Наименование направленности	Приборы систем управления летательных аппаратов
Форма обучения	очная
Год приема	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 «Системы управления летательными аппаратами» входит в образовательную программу высшего образования – программу специалитета по направлению подготовки/ специальности 24.05.06 «Системы управления летательными аппаратами» направленности «Приборы систем управления летательных аппаратов». Дисциплина реализуется кафедрой «№13».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-7 «Способен на основе системного подхода анализировать работу систем управления летательными аппаратами различного назначения, как объектов ориентации, стабилизации, навигации, управления движением, а также создавать математические модели, позволяющие прогнозировать тенденцию их развития как объектов управления и тактики их применения»

ОПК-8 «Способен проводить динамические расчеты систем управления летательными аппаратами, применять методики математического и полунатурного моделирования динамических систем "подвижный объект - система управления (система ориентации, стабилизации, навигации, управления движением)"»

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

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с решением задач автоматизации управления летательным аппаратом (ЛА), управления движением центра масс и вокруг центра масс ЛА, автоматического наведения, управления заходом на посадку и посадкой самолетов и космических аппаратов (КА).

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 12 зачетных единиц, 432 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания курса является формирование у студентов общих теоретических и практических знаний в области проектирования, анализа и синтеза систем управления ЛА, 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, описанием ЛА как объекта регулирования, стабилизацией углового движения, управлением движением центра масс, автоматическим наведением самолетов и ракет-носителей (РН), управлением заходом на посадку и посадкой самолетов, решением задач комплексной автоматизации и безопасности полета, ознакомлением с элементной базой систем управления.

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-7 Способен на основе системного подхода анализировать работу систем управления летательными аппаратами различного назначения, как объектов ориентации, стабилизации, навигации, управления движением, а также создавать математические модели, позволяющие прогнозировать тенденцию их развития как объектов управления и тактики их применения	ОПК-7.3.1 знать математическое описание элементов и систем управления летательными аппаратами ОПК-7.У.1 уметь проводить динамические расчеты систем управления летательных аппаратов и создавать математические модели их движения ОПК-7.В.1 владеть навыками исследования динамики систем управления летательных аппаратов ОПК-7.В.2 владеть методами операционного исчисления и спектрального анализа при исследовании систем управления летательными аппаратами

Общепрофессиональные компетенции	ОПК-8 Способен проводить динамические расчеты систем управления летательными аппаратами, применять методики математического и полунатурного моделирования динамических систем "подвижный объект - система управления (система ориентации, стабилизации, навигации, управления движением)"	ОПК-8.3.1 знать математический аппарат и методики расчета динамических характеристик систем управления летательными аппаратами; специализированные программные продукты анализа и синтеза динамических систем; методики математического и полунатурного моделирования комплекса "подвижный объект - система управления" ОПК-8.У.1 уметь выполнять динамические расчеты, связанные с проектированием систем управления летательными аппаратами; решать задачи синтеза и анализа динамических систем, используя методики математического и полунатурного моделирования ОПК-8.В.1 владеть навыками решения практических задач, связанных с анализом и синтезом систем управления летательными аппаратами
Профессиональные компетенции	ПК-8 Способен представлять результаты исследований в форме отчетов, рефератов, обзоров, публикаций, докладов и заявок на изобретения	ПК-8.В.1 владеть навыками обобщения, формулирования и изложения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Физика»,
- «Математика»,
- «Прикладная механика»,
- «Электротехника»,
- «Электроника»,
- «Специальные электрические машины»,
- «Основы теории управления»,
- «Гироскопические приборы и системы»,
- «Элементы гироскопических приборов и систем».

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

- «Системы автоматического управления летательных аппаратов и их силовых установок»,
- «Системы ориентации и стабилизации космических аппаратов».

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	№8	№9
1	2	3	4	5
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	12/ 432	4/ 144	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки	33	11	11	11
Аудиторные занятия, всего час.	221	68	68	85
в том числе:				
лекции (Л), (час)	119	34	34	51
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	34	17		17
лабораторные работы (ЛР), (час)	51	17	34	
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17			17
экзамен, (час)	72	36	36	
Самостоятельная работа, всего (час)	139	40	40	59
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз., Экз., Дифф. зач.	Экз.	Экз.	Дифф. зач.

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 о РН Тема 1.1. Общие сведения о ракетах космического назначения Тема 1.2. Задачи и структуры систем управления РН Тема 1.3. Модели движения РН	10				6
Раздел 2. Системы навигации и наведения РН Тема 2.1. Системы навигации РН Тема 2.2. Системы наведения РН	6	8	6		10
Раздел 3. Системы стабилизации РН Тема 3.1. Назначение, структура и принцип действия системы стабилизации РН Тема 3.2. Законы управления системы стабилизации РН	8	4	6		10
Раздел 4. Системы управления скоростью и расходом топлива РН Тема 4.1. Системы регулирования скорости движения РН Тема 4.2. Системы управления расходом топлива РН	4	5	5		10

Раздел 5. Системы управления разгонных блоков	4				2
Раздел 6. Функционирование системы управления в основных эксплуатационных режимах	2				2
Итого в семестре:	34	17	17		40
Семестр 8					
Раздел 7. Основы построения систем управления КА Тема 7.1. Структура, классификация и принципы построения систем управления КА Тема 7.2. Системы навигации и определения параметров ориентации КА	6		8		10
Раздел 8. Системы управления угловым движением КА Тема 8.1. Системы управления угловым движением КА с управляющими реактивными двигателями Тема 8.2. Системы управления угловым движением КА с двигателями-маховиками и гироскопическими управляющими органами Тема 8.3. Магнитные, гравитационные и аэродинамические системы угловой стабилизации КА	14		26		15
Раздел 9. Системы управления движением центра масс КА Тема 9.1. Система управления маневром КА Тема 9.2. Система управления сближением КА Тема 9.3. Система управления спуском КА Тема 9.4. Интеллектуальные системы управления КА	14				15
Итого в семестре:	34		34		40
Семестр 9					
Раздел 10. Самолёт как объект управления	11				9
Раздел 11. Автоматизированные системы ручного управления Тема 11.1. Контур неавтоматического управления и его свойства Тема 11.2. Системы обеспечения устойчивости и управляемости самолётов Тема 11.2. Рулевые приводы и их свойства	20	8			25
Раздел 12. Системы автоматического и полуавтоматического управления самолётов Тема 12.1. Системы автоматического управления угловым положением самолёта Тема 12.2. Системы автоматического управления движением центра масс самолёта Тема 12.2. Системы полуавтоматического управления	20	9			25
Выполнение курсовой работы				17	
Итого в семестре:	51	17		17	59
Итого:	119	34	51	17	139

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
Семестр 7	
1	<p>Раздел 1. Общие сведения о РН</p> <p>Тема 1.1. Общие сведения о ракетах космического назначения</p> <p>Ракеты первого поколения на пути к созданию баллистических ракет и РН. Первая межконтинентальная баллистическая ракета. Ракеты космического назначения семейства «Союз». Ракета космического назначения «Протон». Семейство РН «Ангара». Перспективная РН «Союз-5».</p> <p>Тема 1.2. Задачи и структуры систем управления РН</p> <p>Назначение системы управления и решаемые ею задачи. Принципы построения систем управления РН. Требования к системам управления РН. Структуры систем управления РН. Состав исходных данных на пуск ракеты. Полетное задание.</p> <p>Тема 1.3. Модели движения РН</p> <p>Системы координат, используемые при анализе движения РН. Силы и моменты, действующие на РН. Уравнения движения ракеты.</p>
2	<p>Раздел 2. Системы навигации и наведения РН</p> <p>Тема 2.1. Системы навигации РН</p> <p>Общие сведения об инерциальных системах навигации. Системы навигации на основе гиростабилизированных платформ. Бесплатформенные инерциальные навигационные системы. Системы спутниковой навигации. Комплексирование инерциальных и спутниковых систем навигации</p> <p>Тема 2.2. Системы наведения РН</p> <p>Назначение и задачи систем наведения РН. Принципы и методы наведения РН. Ограничения, накладываемые на выбор программ управления движением РН. Типовые программы управления движением РН. Программа управления движением на внеатмосферном участке полета РН. Реализация программ управления в системах управления РН. Функционалы для формирования разовых команд. Реализация выдачи разовых команд. Способы уменьшения погрешностей системы наведения. Терминальные системы наведения РН.</p>
3	<p>Раздел 3. Системы стабилизации РН</p> <p>Тема 3.1. Назначение, структура и принцип действия системы стабилизации РН</p> <p>Назначение и принцип действия системы стабилизации РН. Функциональная структура и способы технической реализации систем стабилизации РН. Линеаризованные уравнения возмущенного движения РН. Математические модели элементов системы стабилизации РН. Структурная схема системы стабилизации.</p> <p>Тема 3.2. Законы управления системы стабилизации РН</p> <p>Обоснование закона управления системы стабилизации РН. Области устойчивости системы угловой стабилизации РН. Влияние упругих колебаний корпуса РН на устойчивость системы стабилизации. Влияние колебаний жидкости в баках РН на устойчивость системы стабилизации. Статические и динамические характеристики системы стабилизации.</p>

4	<p>Раздел 4. Системы управления скоростью и расходом топлива РН</p> <p>Тема 4.1. Системы регулирования скорости движения РН</p> <p>Назначение, структура и принцип действия системы регулирования кажущейся скорости. Динамические свойства звеньев системы регулирования кажущейся скорости. Линейные системы регулирования кажущейся скорости. Нелинейные системы регулирования кажущейся скорости.</p> <p>Тема 4.2. Системы управления расходом топлива РН</p> <p>Назначение, структура и принцип действия систем управления расходом топлива. Алгоритм управления расходом топлива</p>
5	<p>Раздел 5. Системы управления разгонных блоков</p> <p>Назначение разгонных блоков и задачи, решаемые их системами управления. Типы разгонных блоков и их основные характеристики. Структура системы управления и циклограммы функционирования разгонного блока «Бриз-М».</p>
6	<p>Раздел 6. Функционирование системы управления в основных эксплуатационных режимах</p> <p>Особенности подготовки системы управления на техническом и стартовом комплексах. Работа системы управления в полете. Анализ качества функционирования системы управления по телеметрической информации. Особенности работы системы управления в нештатных ситуациях.</p>
Семестр 8	
7	<p>Раздел 7. Основы построения систем управления КА</p> <p>Тема 7.1. Структура, классификация и принципы построения систем управления КА</p> <p>Определение, структура и классификация КА. Принципы построения систем управления КА. Бортовой комплекс управления КА. Системы координат, используемые при анализе движения КА. Уравнения движения КА и характеристики контура управления движением.</p> <p>Тема 7.2. Системы навигации и определения параметров ориентации КА</p> <p>Системы навигации КА. Системы определения параметров ориентации КА.</p>
8	<p>Раздел 8. Системы управления угловым движением КА</p> <p>Тема 8.1. Системы управления угловым движением КА с управляющими реактивными двигателями</p> <p>Системы управления угловым движением КА с управляющими реактивными двигателями. Переходные и установившиеся процессы в системе управления с реактивными двигателями и нелинейными датчиками. Системы управления угловым движением с управляющими реактивными двигателями и линейными датчиками. Исследование нелинейных систем управления методом гармонической линеаризации. Оптимальные системы управления угловым движением КА. Экстенсивное управление программными поворотами КА.</p> <p>Тема 8.2. Системы управления угловым движением КА с двигателями-маховиками и гироскопическими управляющими органами</p> <p>Системы управления угловым движением КА с двигателями-маховиками. Системы управления угловым движением КА с гироскопическими управляющими органами.</p> <p>Тема 8.3. Магнитные, гравитационные и аэродинамические системы угловой стабилизации КА</p>

	Магнитные системы управления угловым движением КА. Гравитационные и аэродинамические системы угловой стабилизации КА.
9	<p>Раздел 9. Системы управления движением центра масс КА</p> <p>Тема 9.1. Система управления маневром КА</p> <p>Орбитальные маневры КА и их программы. Система управления маневром КА.</p> <p>Тема 9.2. Система управления сближением КА</p> <p>Методы управления сближением КА. Система управления сближением космического корабля. Управление относительным движением КА при групповом полете.</p> <p>Тема 9.3. Система управления спуском КА</p> <p>Управление спуском КА на внеатмосферном участке. Управление спуском КА на атмосферном участке. Структура и работа системы управления спуском.</p> <p>Тема 9.4. Интеллектуальные системы управления КА</p> <p>Основные технологии искусственного интеллекта и структура интеллектуальной системы управления КА.</p>
10	<p>Раздел 10. Самолёт как объект управления</p> <p>Основные понятия и определения. Требования к системам управления самолётов. Краткие сведения из истории развития систем управления самолётов. Структура и состав комплексной системы управления самолёта.</p>
11	<p>Раздел 11. Автоматизированные системы ручного управления</p> <p>Тема 11.1. Контур неавтоматического управления и его свойства</p> <p>Состав и особенности конструкция системы неавтоматического управления. Требования к системам неавтоматического управления. Динамические свойства системы неавтоматического управления. Принципы построения электродистанционных систем управления. Свойства лётчика-оператора в контуре неавтоматического управления. Исследование устойчивости замкнутого контура управления «лётчик – система управления – самолёт». Возможные отказы системы неавтоматического управления.</p> <p>Тема 11.2. Системы обеспечения устойчивости и управляемости самолётов</p> <p>Требования к устойчивости и управляемости ЛА. Назначение и состав системы обеспечения устойчивости и управляемости. Устройства, обеспечивающие заданные характеристики динамической устойчивости и управляемости. Устройства и автоматы, улучшающие характеристики статической управляемости. Особенности управления самолётом на больших углах атаки.</p> <p>Тема 11.2. Рулевые приводы и их свойства</p> <p>Принцип действия и конструкция. Статические характеристики рулевых приводов и влияние на них эксплуатационных факторов. Динамические свойства рулевых приводов. Электрогидравлический рулевой привод. Перспективы развития рулевых приводов.</p>
12	<p>Раздел 12. Системы автоматического и полуавтоматического управления самолётов</p> <p>Тема 12.1. Системы автоматического управления (САУ) угловым положением самолёта</p> <p>Требования, предъявляемые к системам автоматического управления. Сервоприводы и виды обратных связей в них. Способы включения рулевых агрегатов в проводку управления. Принципы построения законов управления САУ. Автоматическое управление тангажом. Автоматическое управление курсом. Расчёт параметров</p>

	<p>САУ. Возможные отказы автопилотного контура САУ и их проявление в полёте</p> <p>Тема 12.2. Системы автоматического управления движением центра масс самолёта</p> <p>Автоматическое управление движением центра масс в горизонтальной плоскости. Автоматическое управление скоростью полёта. Автоматическое управление высотой полёта. Автоматическое управление самолётом на этапе посадки. Возможные отказы элементов САУ и их проявление в полёте</p> <p>Тема 12.2. Системы полуавтоматического управления</p> <p>Принципы построения и области применения систем полуавтоматического управления. Директорное управление траекторным движением по командным индикаторам.</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
Семестр 7					
1	Система инерциальной навигации РН	Расчет и моделирование	4	4	2
2	Система наведения РН	Расчет и моделирование	4	4	2
3	Система стабилизации РН	Расчет и моделирование	4	4	3
4	Система регулирования кажущейся скорости РН	Расчет и моделирование	4	4	4
5	Зачётное занятие		1		
Семестр 9					
6	Устойчивость процессов телеуправления	Расчет и моделирование	4	4	11
7	Динамика систем самонаведения	Расчет и моделирование	4	4	11
8	Устойчивость и ошибки системы управления заходом на посадку в продольной плоскости	Расчет и моделирование	4	4	12
9	Устойчивость и ошибки системы управления заходом на посадку в горизонтальной плоскости	Расчет и моделирование	4	4	12
10	Зачётное занятие		1		
Всего			34		

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				
	Исследование точности системы инерциальной навигации РН	4	4	2
	Исследование устойчивости системы стабилизации РН	6	6	3
	Исследование устойчивости системы регулирования кажущейся скорости РН	6	6	4
	Зачётное занятие	1		
Семестр 8				
	Выбор оптимальной пары звёзд для навигации КА	4	4	7
	Исследование детерминированного метода навигации КА	4	4	7
	Исследование системы угловой стабилизации КА с релейными датчиками	6	6	8
	Исследование системы угловой стабилизации КА с линейными датчиками	6	6	8
	Исследование системы угловой стабилизации КА с двигателями-маховиками	6	6	8
	Исследование системы угловой стабилизации КА с силовыми гироскопами	6	6	8
	Зачётное занятие	2		
Всего		51		

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Цель курсовой работы:

целью курсового проектирования является закрепление знаний, полученных студентом на лекциях, практических и лабораторных занятиях. Помимо этого, курсовое проектирование развивает у студентов навыки самостоятельной работы при решении практических задач и подготавливает тем самым их к решению подобных задач в дипломном проекте.

Часов практической подготовки: 17 часов.

Примерные темы заданий на курсовую работу приведены в разделе 17 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	Семестр 8, час	Семестр 9, час
1	2	3	4	5
Изучение теоретического материала	80	30	30	20

дисциплины (ТО)				
Курсовое проектирование (КП, КР)	29			29
Расчетно-графические задания (РГЗ)				
Выполнение реферата (Р)				
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	30	10	10	10
Домашнее задание (ДЗ)				
Контрольные работы заочников (КРЗ)				
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)				
Всего:	139	40	40	59

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(ЛИАП) Х68	Хованский Ю.М, Пономарев В.К. Стабилизация летательных аппаратов. Лекции. 1979г.	176
629.7(ЛИАП) Х68	Хованский Ю.М, Пономарев В.К. Стабилизация летательных аппаратов. Лекции. 1981г.	28
629.7(ЛИАП) С28	Хованский Ю.М, Пономарев В.К. Системы управления летательными аппаратами. Лекции. 1983г.	18
629.7 Б75	Боднер, В.А. Системы управления летательными аппаратами / В.А. Боднер. М.: Машиностроение, 1973	65
629.7 С38	Синяков А.Н., Шаймарданов Ф.А. Системы автоматического управления ЛА и их силовыми установками. Учеб. для студ. втузов. – М.: Машиностроение, 1991	35
629.7 Б83	Бортовые системы управления полетом: учебное пособие / Ю. В. Байбородин, В. В. Драбкин, Е. Г. Сменковский, С. Г. Унгурия; Ред. Ю. В. Байбородин. - М. : Транспорт, 1975. - 336 с.	30
629.7 А99	Аэромеханика самолета: динамика полета: учебник для вузов / А. Ф.	35

	Бочкарев [и др.] ; ред. : А. Ф. Бочкарев, В. В. Андреевский. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1985. - 360 с.	
629.7 И 20	Комплексирование информационно-измерительных устройств летательных аппаратов [Текст] : учебное пособие для вузов / Ю. П. Иванов, А. Н. Синяков, И. В. Филатов; Ред.: В. А. Боднер. - Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1984. - 207 с	135

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://www.mashin.ru/files/stranicy_iz_efremov.pdf	Динамика полета. Учебник для студентов высших учебных заведений / А.В.Ефремов, В.Ф. Захарченко, В.Н. Овчаренко и др.; Под ред. Г.С.Бюшгенса.— М.: Машиностроение, 2011
http://www.twirpx.com/file/769747/	Воробьев В.В., Киселев А.М., Поляков В.В. Системы управления летательных аппаратов. — Учебник для курсантов и слушателей вузов ВВС. — М.: Изд. ВВИА им.проф.Н.Е.Жуковского, 2008

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
1	Matlab

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	Мультимедийная лекционная аудитория	
2	Компьютерный класс	

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.
Дифференцированный зачет	Список вопросов; Тесты; Задачи.
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;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	– владеет системой специализированных понятий.
«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
Семестр 7		
1	Назвать отечественные РН и тип их СУ.	ОПК-7.3.1
2	Назвать зарубежные РН.	ОПК-7.3.1
3	Дать определение понятию «Система управления РН».	ОПК-7.3.1
4	Дать классификацию СУ РН.	ОПК-8.3.1
5	Назвать задачи, решаемые СУ РН в полете.	ОПК-8.3.1
6	Какие системы входят в состав СУ РН?	ОПК-7.3.1 ОПК-7.У.1
7	Назвать системы координат, используемые при анализе качества функционирования СУ РН.	ОПК-7.3.1 ОПК-8.3.1
8	Какие системы и устройства входят в состав СУ РН, реализующей метод предварительного программирования движения РН?	ОПК-8.3.1 ОПК-7.У.1 ОПК-8.У.1
9	Какие системы и устройства входят в состав СУ РН, реализующей метод текущего программирования движения РН?	ОПК-8.3.1 ОПК-7.У.1 ОПК-8.У.1
10	В чем состоят особенности определения параметров движения центра масс РН в СУ, реализующих метод жесткого программирования движения?	ОПК-7.3.1 ОПК-8.3.1 ПК-8.В.1
11	В чем состоит принцип инерциальной навигации?	ОПК-8.3.1
12	Назвать достоинства и недостатки платформенных систем инерциальной навигации.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.В.1
13	В чем состоит принцип действия БИНС?	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.1
14	Назвать достоинства и недостатки БИНС.	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.2

15	В чем состоят назначение и задачи системы наведения РН?	ОПК-7.3.1 ОПК-7.У.1
16	В чем суть метода жесткого программирования движения РН?	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.1
17	В чем суть метода свободного программирования движения РН?	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.1
18	В чем суть метода гибкого программирования движения РН?	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.1
19	Какие ограничения накладываются на выбор программы движения РН?	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.2
20	Какой вид имеет оптимальная программа по тангажу на внеатмосферном участке полета РН?	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
21	В чем состоит назначение программных устройств?	ОПК-8.3.1 ОПК-8.В.1
22	Назвать достоинства и недостатки электромеханических программных устройств.	ОПК-7.3.1 ОПК-7.У.1
23	Назвать достоинства и недостатки статических программных устройств.	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.1
24	В чем состоят особенности формирования программ в СУ с БЦВМ?	ОПК-8.3.1 ПК-8.В.1
25	В чем состоит назначение устройств и систем управления выключением двигателя?	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
26	Какие функционалы используются для управления выводением КА на заданную орбиту?	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.1
27	Какие функционалы используются для управления сбросом отделяемых частей в заданные районы отчуждения?	ОПК-8.3.1 ОПК-8.В.1
28	Назвать способы борьбы с импульсом последствия.	ОПК-7.3.1 ПК-8.В.1
29	Какие СУ называют терминальными?	ОПК-7.3.1
30	Какие программные параметры необходимо определить при реализации терминального метода наведения с использованием полных уравнений движения РН?	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
31	В чем состоит назначение СУРТ?	ОПК-8.3.1
32	Назвать достоинства и недостатки равномерных и расходомерных СУРТ.	ПК-8.В.1
33	Какой закон управления используется в СУРТ?	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.2
34	В чем состоит назначение системы РКС?	ОПК-7.3.1
35	В чем заключается принцип действия системы РКС?	ОПК-8.3.1 ОПК-8.В.1
36	Как осуществляется форсирование и дросселирование двигателя?	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
37	В чем состоит назначение системы стабилизации РН?	ОПК-8.3.1
38	В чем заключается принцип действия СС РН?	ОПК-8.3.1 ОПК-8.В.1
39	Какие возмущения действуют на РН в полете?	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.2
40	Сколько и какие каналы стабилизации входят в состав системы стабилизации?	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.1
41	В какой системе координат записываются линеаризованные уравнения возмущенного движения РН?	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
42	Какие факторы влияют на вид области устойчивости СУС?	ОПК-8.3.1 ОПК-8.В.1
43	Как изменяется вид области устойчивости СУС в процессе полета?	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.2
44	Каковы причины появления колебаний жидкости в баках РН?	ПК-8.В.1

45	Какие существуют способы демпфирования КЖ в баках?	ПК-8.В.1
46	Какова физика взаимодействия упругих колебаний корпуса с АС?	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
47	Какие существуют методы обеспечения устойчивости системы стабилизации с учетом упругих колебаний корпуса?	ОПК-8.3.1 ОПК-8.В.1
48	Дать определение статической характеристики АС РН.	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.1
49	Дать определение динамической характеристики АС РН.	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.1
Семестр 8		
1	Дать определение космического аппарата.	ОПК-7.3.1
2	Дать определение понятию бортовой комплекс управления.	ОПК-7.3.1
3	Что такое конструкция КА?	ОПК-8.3.1
4	Дать определение понятию «Расходные материалы».	ОПК-7.3.1
5	Дать определение понятию «Бортовое оборудование».	ОПК-8.3.1
6	Дать определение понятию «Бортовой комплекс».	ОПК-8.3.1
7	Дать определение понятие «Бортовой специальный комплекс».	ОПК-7.3.1
8	Дать определение понятию «Бортовой обеспечивающий комплекс».	ОПК-8.3.1
9	Дать определение понятию «Бортовой комплекс защиты».	ОПК-7.3.1
10	Привести классификацию КА.	ПК-8.В.1
11	Общие принципы анализа и синтеза СУ.	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.2
12	Перечислить возмущающие факторы, действующие на СУ КА в полете.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
13	Структура СУ полетом КА.	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.1
14	Назначение БКУ.	ОПК-7.3.1
15	Состав БКУ КА	ОПК-8.3.1
16	Назначение системы приема и передачи информации.	ОПК-8.3.1
17	Назначение системы контроля и диагностирования.	ОПК-7.3.1
18	Назначение системы телеконтроля.	ОПК-7.3.1
19	Назначение системы управления движением и навигации.	ОПК-8.3.1
20	Назначение системы управления бортовыми системами.	ОПК-7.3.1
21	Законы управления	ПК-8.В.1
22	Как строится фазовый портрет?	ОПК-7.У.1 ОПК-8.В.1
23	Статические характеристики измерительных устройств.	ОПК-7.3.1 ОПК-7.У.1
24	Статические характеристики управляющих органов.	ОПК-7.3.1 ОПК-7.У.1
25	Законы управления, используемые в СУУД КА.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.В.1
26	Какие параметры определяют качество переходного процесса?	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.2
27	Чем определяется качество установившегося процесса?	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
28	Достоинства и недостатки СУУД с УРД и ЛД?	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
29	Для чего вводится электрическая зона нечувствительности?	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.1
30	Изобразить фазовый портрет СУУД оптимальной по быстродействию.	ОПК-7.3.1 ОПК-7.У.1
31	Изобразить фазовый портрет СУУД оптимальной по расходу рабочего тела.	ОПК-7.3.1 ОПК-7.У.1
32	Структурная схема СУУД с ДМ.	ПК-8.В.1

33	Объяснить необходимость использования систем разгрузки в СУУД с ДМ.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
34	Провести синтез изодромного закона управления СУУД КА с ДМ.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.В.1
35	Классификация, достоинства и недостатки ГУО.	ПК-8.В.1
36	Кинематическая схема однороторного ГУО.	ПК-8.В.1
37	Кинематическая схема двухроторного ГУО.	ПК-8.В.1
38	Уравнения и структурно-динамическая схема СУУД с ГУО.	ПК-8.В.1
39	Пропорционально-дифференциальный закон управления СУУД с ГУО. Область устойчивости.	ОПК-7.3.1 ОПК-7.У.1
40	Достоинства и недостатки пассивных систем управления.	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.1
41	Принципиальная схема пассивной магнитной системы ориентации КА.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
42	Функциональная схема активной магнитной системы ориентации.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
43	Достоинства и недостатки гравитационных СУС.	ПК-8.В.1
44	Уравнения динамики КА гравитационной СУС.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
45	Уравнения динамики КА аэродинамической СУС.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
46	Перечислить виды управляемого движения центра масс КА.	ОПК-7.3.1
47	Перечислить задачи СУМ КА.	ПК-8.В.1
48	Состав СУМ КА.	ОПК-8.3.1
49	Перечислить основные виды маневров и их программы.	ОПК-8.3.1
50	Дать определение понятию «сближение».	ОПК-7.3.1
51	Перечислить основные этапы сближения.	ОПК-7.3.1
52	Дать определение понятию «система сближения».	ПК-8.В.1
53	Объяснить суть метода сближения по свободным траекториям.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
54	Объяснить суть метода сближения по линии визирования (параллельного сближения).	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
55	Перечислить измерительную аппаратуру СУСб.	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.1
56	Перечислить режимы работы СУСб.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
57	Перечислить особенности построения СУСб с БЦВМ.	ПК-8.В.1
58	Дать определение понятию «снижение в атмосфере».	ОПК-8.3.1
59	Перечислить основные этапы снижения.	ОПК-7.3.1
60	Дать определение понятию «система управления спуском».	ОПК-8.3.1
61	Объяснить суть метода снижения по баллистической траектории.	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.1
62	Объяснить суть метода управления снижением посредством эффективной подъемной силы.	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.1
63	Перечислить методы управления снижением КА.	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.2
64	Представить законы управления снижением.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.В.1
65	По какому критерию оценивается момент времени входа в атмосферу?	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.2
67	Состав системы управления снижением КА.	ПК-8.В.1
68	Режимы работы системы снижения на атмосферном и внеатмосферном участках полета КА.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.В.1

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

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

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1	Классификация систем управления ЛА.	ОПК-7.3.1 ОПК-7.У.1
2	Задачи и состав системы управления ЛА.	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.1
3	Состав и особенности конструкция системы неавтоматического управления.	ОПК-8.3.1 ПК-8.В.1
4	Требования к системам неавтоматического управления.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
5	Динамические свойства системы неавтоматического управления.	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.1
6	Принципы построения электродистанционных систем управления (ЭДСУ).	ОПК-8.3.1 ОПК-8.В.1
7	Состав ЭДСУ и её динамические свойства.	ОПК-7.3.1 ПК-8.В.1
8	Мероприятия по повышению надёжности ЭДСУ.	ОПК-7.3.1
9	Особенности цифровых ЭДСУ.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
10	Свойства лётчика-оператора в контуре неавтоматического управления.	ОПК-8.3.1
11	Исследование устойчивости замкнутого контура управления «лётчик – система управления – самолёт».	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
12	Требования к устойчивости и управляемости ЛА.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.В.1
13	Требования к продольной устойчивости и управляемости.	ПК-8.В.1
14	Требования к боковой устойчивости и управляемости.	ПК-8.В.1
15	Назначение и состав системы обеспечения устойчивости и управляемости.	ПК-8.В.1
16	Устройства, обеспечивающие заданные характеристики динамической устойчивости и управляемости.	ПК-8.В.1
17	Принцип действия, состав, законы управления автоматов демпфирования и устойчивости.	ОПК-7.3.1 ОПК-7.У.1
18	Динамические свойства контура «СУУ – самолёт».	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.1
19	Влияние автоматов демпфирования и устойчивости на характеристики статической управляемости.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
20	Расчёт параметров СУУ из условия обеспечения заданных характеристик устойчивости и управляемости.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
21	Влияние реальных свойств автоматов на динамические свойства контура управления «СУУ – самолёт».	ПК-8.В.1
22	Устройства и автоматы, улучшающие характеристики статической управляемости.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
23	Способы обеспечения заданных характеристик статической управляемости.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
24	Улучшение характеристик статической управляемости с помощью изменения жёсткости загрузки КРУ.	ОПК-7.3.1
25	Улучшение характеристик статической управляемости изменением передаточного числа проводки управления.	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.1
26	Автоматы регулирования управлений (АРУ).	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
27	Принцип действия и конструкция.	ПК-8.В.1
28	Назначение и классификация рулевых приводов.	ОПК-8.3.1
29	Принцип действия рулевых приводов.	ОПК-7.3.1
30	Статические характеристики рулевых приводов и влияние на	ОПК-8.3.1

	них эксплуатационных факторов.	
31	Влияние эксплуатационных факторов на характеристики рулевого привода.	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.1
32	Динамические свойства рулевых приводов.	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.1
33	Собственные свойства рулевых приводов.	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.2
34	Свойства рулевых приводов при обрыве обратной связи.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.В.1
35	Электрогидравлический рулевой привод (ЭГРП).	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.2
36	Требования, предъявляемые к системам автоматического управления (САУ).	ПК-8.В.1
37	Сервоприводы и виды обратных связей в них.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.В.1
38	Способы включения рулевых агрегатов в проводку управления.	ПК-8.В.1
39	Принципы построения законов управления САУ.	ПК-8.В.1
40	Автоматическое управление тангажом.	ПК-8.В.1
41	Функциональная схема, состав и законы управления автопилота (САУ).	ОПК-7.3.1 ОПК-7.У.1
42	Динамические свойства системы «САУ – летательный аппарат» при управлении креном.	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.1
43	Работа автопилота (САУ) в режиме управления креном.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
44	Автоматическое управление курсом.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
45	Динамические свойства системы «САУ – летательный аппарат».	ПК-8.В.1
46	Работа САУ в режиме управления тангажом.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
47	Управление тангажом через контур перегрузки.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
48	Реакция самолёта с автопилотом тангажа на внешние воздействия.	ОПК-7.3.1
49	Расчёт параметров САУ.	ПК-8.В.1
50	Управление курсом отклонением рулей направления.	ОПК-8.3.1
51	Управление курсом отклонением элеронов.	ОПК-8.3.1
52	Работа САУ в режиме стабилизации курса.	ОПК-7.3.1
53	Управление курсом одновременным отклонением элеронов и рулей направления.	ОПК-7.3.1
54	Влияние внешних воздействий на контур стабилизации курса.	ПК-8.В.1
55	Автоматическое управление движением центра масс в горизонтальной плоскости.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
56	Методы управления движением центра масс ЛА на маршруте.	ОПК-7.3.1
57	Состав и законы управления САУ.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.В.1
58	Динамические свойства системы «САУ – самолёт» при управлении траекторией в горизонтальной плоскости.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
59	Работа САУ в режиме управления траекторией в горизонтальной плоскости.	ОПК-8.3.1
60	Влияние законов управления САУ и внешних воздействий на движение центра масс в горизонтальной плоскости.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.В.1
61	Автоматическое управление скоростью полёта.	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.2
62	Автоматическое управление высотой полёта.	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.1
63	Законы управления и принцип работы САУ при управлении	ОПК-8.3.1

	высотой полёта.	ОПК-8.У.1
64	Динамические свойства системы «САУ – самолёт» в режиме стабилизации высоты полёта.	ОПК-7.3.1 ОПК-7.У.1
65	Автоматическое управление самолётом на этапе посадки.	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.1
67	Средства обеспечения посадки самолёта.	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.1
68	Управление самолётом на этапе посадки.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
69	Автоматизированный возврат на аэродром посадки (режим «Возврат»).	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
70	Автоматическое управление самолётом на этапе захода на посадку.	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.2

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
1	Проектирование автомата стабилизации тангажа

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	Какой принцип используется для управления движением РН? а. телеуправления б. автоматизированного управления в. самонаведения д. автономного управления е. управления по возмущению	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.1
2	Метод терминального наведения в сравнении с методами программного наведения: а. проще с точки зрения технической реализации б. требует дополнительных бортовых измерительных устройств в. обеспечивает большую гибкость и оперативность управления д. мало чувствителен к изменению тяговооруженности РН в полете е. обеспечивает высокую точность выдерживания программной траектории	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
3	Программная траектория выведения РН должна обеспечивать: а. максимум точности в конце активного участка полета б. минимум времени выведения РН в. минимум расхода топлива на выведение д. минимизацию гарантийных запасов топлива на борту е. минимизацию угла атаки при выведении	ОПК-7.3.1 ОПК-7.У.1
4	Какие программы управления необходимо формировать для реализации метода жесткого программирования движения РН? а. параметрические по тангажу и скорости б. временные по тангажу и скорости в. временные по тангажу, рысканию и вращению д. достаточно только программы $\vartheta_{\Pi} = \vartheta_{\Pi}(V_s)$	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.2

	е. достаточно только программы $\vartheta_{\Pi} = \vartheta_{\Pi}(t)$	
5	Сколько каналов должна иметь система стабилизации при использовании метода жесткого программирования движения РН? а. три б. четыре с. пять д. шесть е. более шести	ОПК-8.3.1 ОПК-8.В.1
6	При использовании методов свободного программирования движения РН: а. наличие системы РКС является необходимым б. система РКС может отсутствовать с. система РКС должна работать на отдельных участках полета д. система НС, БС может отсутствовать е. допускается упрощение алгоритмов угловой стабилизации	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
7	Какой параметр движения РН в конце АУП оказывает наибольшее влияние на параметры орбиты выводимого КА? а. угол тангажа б. угол наклона траектории с. высота полета в точке выключения двигателя д. величина скорости полета е. угловая дальность точки выключения двигателя	ПК-8.В.1
8	При использовании какого функционала управления выводением обеспечивается наибольшая точность: а. $J = V_{\beta}(t_k)$ б. $J = V_{\alpha}(t_k)$ с. $J = V_{\gamma}(t_k)$ д. $J = V_{\chi}(t_k)$ е. $J = V(t_k)$	ОПК-7.3.1 ОПК-7.У.1
9	Какие ошибки управления выводением являются доминирующими а. ошибки вычислительных устройств АВ? б. ошибки измерительных устройств с. методические ошибки управления выводением д. ошибки устройств формирования команд е. инструментальные ошибки	ОПК-8.3.1 ОПК-8.В.1
10	Какой среднестатистический выигрыш в точности выдачи команд дает применение в АВ группирования по схеме «2 из 3»? а. ~10% б. ~20% с. ~30% д. ~40% е. ~50%	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.2
11	Эффективность управляющих органов РН в полете: а. возрастает б. уменьшается с. изменяется по величине и по знаку д. учитывается коэффициентами a_{ϑ}^{δ} и a_{ψ}^{δ} е. учитывается коэффициентами a_{ϑ}^{ψ} и a_{ψ}^{ψ}	ОПК-7.3.1 ОПК-7.У.2
12	Какими коэффициентами учитывается влияние атмосферы на угловое движение РН? а. a_{ψ}^{δ} б. a_{ψ}^{ψ}	ОПК-7.3.1 ОПК-7.У.1

	<p>с. a_z^ψ</p> <p>д. a_ϑ</p> <p>е. a_x^P</p>	
13	<p>Управляющая сила в канале НС создается:</p> <p>а. за счет проекции силы тяги двигателя на ось OY_n</p> <p>б. за счет использования аэродинамических стабилизаторов</p> <p>с. за счет поворотов РН по тангажу</p> <p>д. включением дополнительных поперечных двигателей</p> <p>е. за счет регулирования тяги рулевых двигателей</p>	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
14	<p>Для измерения угловых отклонений РН от программного положения используются:</p> <p>а. маятниковые акселерометры</p> <p>б. приборы на основе трехстепенных свободных гироскопов</p> <p>с. датчики угловой скорости</p> <p>д. трехосные гиростабилизаторы</p> <p>е. информация спутниковой навигационной системы</p>	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
15	<p>Рулевой привод представляет собой:</p> <p>а. электрическую рулевую машину</p> <p>б. силовую следящую систему</p> <p>с. электродвигатель переменного тока</p> <p>д. электрогидравлическую рулевую машину</p> <p>е. усилитель с рулевой машиной, охваченные цепью ОС</p>	ОПК-7.3.1 ОПК-7.У.1
16	<p>Указать минимально допустимую структуру алгоритмов угловой стабилизации РН:</p> <p>а. $i_T = k_\vartheta \Delta \vartheta$</p> <p>б. $i_T = k_\dot{\vartheta} \Delta \dot{\vartheta}$</p> <p>с. $i_T = k_\dot{\vartheta} \Delta \dot{\vartheta} + k_\vartheta \Delta \vartheta$</p> <p>д. $i_T = (k_\dot{\vartheta} p + k_\vartheta + 1/p) \Delta \vartheta$</p> <p>е. $i_T = k_\vartheta (T_\vartheta p + 1) \Delta \vartheta$</p>	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.1
17	<p>Область устойчивости СУС в параметрах $k_\vartheta - k_\dot{\vartheta}$ в процессе полета РН:</p> <p>а. зависит от величины массы ракеты</p> <p>б. увеличивается вдоль оси k_ϑ</p> <p>с. уменьшается как по k_ϑ, так и по $k_\dot{\vartheta}$</p> <p>д. на различных участках полета может и увеличиваться и уменьшаться</p> <p>е. зависит от взаимного расположения центра давления и центра масс РН</p>	ПК-8.В.1
18	<p>Чем определяется изменение размеров области устойчивости СУС в полете?</p> <p>а. влиянием атмосферы</p> <p>б. уменьшением массы РН</p> <p>с. увеличением скорости полета</p> <p>д. увеличением высоты полета</p> <p>е. отработкой программы управления по углу тангажа</p>	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
19	<p>Наличие системы НС?</p> <p>а. уменьшает линейные размеры области устойчивости СУС</p> <p>б. ограничивает выбор коэффициента $k_\dot{\vartheta}$ снизу</p> <p>с. ограничивает выбор коэффициента k_ϑ снизу</p>	ОПК-8.3.1 ОПК-8.В.1

	<ul style="list-style-type: none"> d. ограничивает выбор коэффициента k_g сверху e. влияет на нижнюю границу области устойчивости по k_g 	
20	<p>Где следует выбирать рабочую точку на плоскости параметров $k_g - k_{\dot{g}}$?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. посередине области устойчивости b. вблизи верхней границы по $k_{\dot{g}}$ c. вблизи нижней границы по $k_{\dot{g}}$ d. вблизи верхней границы по k_g e. вблизи нижней границы по k_g 	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
21	<p>Какие устройства участвуют в создании управляющего воздействия в системе РКС?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. турбонасосный агрегат b. дроссельная заслонка в топливной магистрали c. силовой привод d. двигательная установка e. газогенератор двигателя 	ОПК-7.3.1 ОПК-7.У.1
22	<p>Чем обусловлена необходимость использования в СУУД датчиков угловой скорости (ДУС)?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. малой частотой процессов угловой стабилизации b. высокими требованиями к точности управления c. необходимостью выполнения программных поворотов d. наличием на КА подвесных элементов конструкции e. нелинейностью статической характеристики датчика угла 	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.2
23	<p>Укажите основной недостаток использования УРД для создания управляющих моментов на КА:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. невозможность обеспечить высокую точность управления b. большая колебательность системы c. автоколебательный характер установившихся процессов в системе d. необходимость иметь запасы рабочего тела на борту e. сравнительно большой расход энергии на управление 	ПК-8.В.1
24	<p>На чем основан принцип действия двигателя-маховика как управляющего органа КА?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. на свойстве устойчивости вращающегося тела b. на третьем законе Ньютона c. на законе прецессии d. на законе сохранения момента количества движения e. на свойстве инерции 	ОПК-8.3.1 ОПК-8.В.1
25	<p>Пассивный режим работы ГУО позволяет:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. обеспечить стабилизацию КА при действии внешних моментов b. выполнять программные повороты КА c. обеспечивать начальную ориентацию КА d. сократить время переходных процессов в системе стабилизации e. парировать действие внешних возмущающих воздействий 	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.2
26	<p>К полуактивным способам создания управляющих моментов на КА относятся:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. использование реактивных моментов двигателей-маховиков b. использование гироскопических моментов силовых гироскопов c. использование взаимодействия магнитного поля КА с магнитным полем Земли d. использование моментов гравитационных сил e. использование моментов аэродинамических сил 	ОПК-7.3.1 ОПК-7.У.2

27	<p>Чем обусловлена необходимость режима «успокоения» в СУУД?</p> <p>а. зависимостью длительности переходного процесса от начальной угловой скорости КА</p> <p>б. стремлением уменьшить расход рабочего тела на управление</p> <p>с. требованиями к точности стабилизации</p> <p>д. релейной формой статической характеристики УРД</p> <p>е. стремлением сократить длительность переходного режима</p>	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
28	<p>Чем объясняется преимущественное использование в СУУД с УРД релейно-логических законов управления?</p> <p>а. требованиями экономичности процессов управления</p> <p>б. нелинейностью характеристик датчиков</p> <p>с. необходимостью выполнения программных поворотов</p> <p>д. формой статической характеристики УРД</p> <p>е. сложностью динамической схемы КА как объекта управления</p>	ОПК-8.3.1 ОПК-8.В.1
29	<p>Для повышения точности угловой стабилизации в СУУД с УРД и релейными датчиками следует:</p> <p>а. уменьшать зону нечувствительности датчика угла</p> <p>б. уменьшать зону нечувствительности датчика угловой скорости</p> <p>с. выбирать датчики с малой крутизной статической характеристики</p> <p>д. использовать УРД большой тяги</p> <p>е. использовать УРД малой тяги</p>	ОПК-7.3.1 ОПК-7.В.1
30	<p>В чем состоит основное достоинство методов сближения по свободным траекториям?</p> <p>а. высокая точность</p> <p>б. высокая экономичность</p> <p>с. простота технической реализации</p> <p>д. высокая надежность решения задачи сближения</p> <p>е. не требуется знание параметров орбиты КА-цели</p>	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
31	<p>Методы сближения по линии визирования по сравнению с методами сближения по свободным траекториям:</p> <p>а. обеспечивают более высокую точность сближения</p> <p>б. требуют больших расходов топлива</p> <p>с. проще в технической реализации</p> <p>д. требуют дополнительных источников информации</p> <p>е. не требуют знания параметров орбиты КА-цели</p>	ПК-8.В.1
32	<p>Как определяется момент входа СА в атмосферу?</p> <p>а. с помощью временного механизма</p> <p>б. по достижению заданной высоты</p> <p>с. с помощью акселерометра, ориентированного по продольной оси СА</p> <p>д. по величине пути, пройденного СА от момента отделения</p> <p>е. по величине продольной перегрузки</p>	ОПК-7.3.1 ОПК-7.У.1
33	<p>В чем состоят функции СУ снижением на внеатмосферном участке спуска?</p> <p>а. выполнение программных поворотов и стабилизация углового движения СА</p> <p>б. стабилизация центра масс СА на программной траектории снижения</p> <p>с. устранение последствий ошибок в выдаче тормозного импульса</p> <p>д. минимизация отклонений точки входа в атмосферу от расчетной</p> <p>е. обеспечение ориентированного входа СА в атмосферу</p>	ОПК-8.3.1 ОПК-8.В.1
34	<p>Как создается управляющая сила на атмосферном участке снижения КА?</p> <p>а. использованием тяги реактивного двигателя</p> <p>б. определенной «центровкой» СА</p> <p>с. управлением величиной угла атаки</p>	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1

	d. использованием аэродинамических управляющих органов e. поворотами СА по углу крена	
35	Что является аргументом программы управления по продольной перегрузке в СУСн КА? a. время b. путевая скорость c. вертикальная скорость снижения d. интеграл от продольной перегрузки e. пройденный путь	ОПК-7.3.1 ОПК-7.B.2
36	Поправки к программному углу крена вычисляются в зависимости от: a. рассогласования продольной перегрузки b. скорости изменения рассогласования продольной перегрузки c. рассогласования угла атаки и его производной d. измеренного угла атаки e. высоты полета и вертикальной скорости спуска	ОПК-8.3.1 ОПК-8.B.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:

- изложение теоретических вопросов, связанных с рассматриваемой темой;
- описание методов и алгоритмов, применяемых для решения технических задач моделирования систем управления и навигации ЛА;
- 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.

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

Задание включает перечень параметров (исходных данных) необходимых для проектирования системы управления ЛА и выдаваемых каждому студенту группы для самостоятельного выполнения.

Выполнение лабораторной работы осуществляется в четыре этапа:

- получение общих выражений, определяющих структуру системы управления;
- численный расчет параметров системы управления;
- составление структурной схемы моделирования системы управления;
- проведение моделирования и документирование результатов.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет должен включать цель работы, основные теоретические положения, исходные данные, представленные преподавателем, результаты расчетов (схемы, графики, цифровые результаты), выводы по работе.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен быть оформлен в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32 - 2001 представленными на сайте http://guap.ru/guap/standart/titl_main.shtml. Титульный лист лабораторной работы должен быть оформлен в соответствии с требованиями, представленными на сайте http://guap.ru/guap/standart/titl_main.shtml

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения 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 курсовой работы должна включать цель работы, основные теоретические положения, исходные данные, представленные преподавателем, результаты расчетов (схемы, графики, цифровые результаты), выводы по работе.

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

Пояснительная записка к курсовой работе должна быть оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32 - 2001 представленными на сайте http://guap.ru/guap/standart/titl_main.shtml. Титульный лист курсовой работы должен быть оформлен в соответствии с требованиями, представленными на сайте http://guap.ru/guap/standart/titl_main.shtml

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 являются:

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

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.

В течение семестры студенты

- защищают лабораторные работы и результаты выполнения практических занятий;
- выполняют тестирования по материалам лекции в среде LMS.

Для текущего контроля успеваемости используются тесты.

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».

- 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».

По результатам экзамена и дифференцированного зачета студенту выставляется аттестационная оценка «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