

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

Кафедра № 13

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

доц. к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

Н.А. Овчинникова

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«18» февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Системы ориентации и управления космическими 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)

Ю.А. Кузьмичев

(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 ориентации и управления космическими 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)"»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с исследованиями и разработками, направленными на улучшение эксплуатационно-технических характеристик систем управления космическими аппаратами, повышение эффективности системы технической эксплуатации, совершенствование нормативно-технической документации и информационной базы, в том числе в научно-исследовательских институтах.

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

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

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

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Целью преподавания дисциплины является наделение студентов компетенциями связанными с исследования и разработками, направленными на улучшение эксплуатационно-технических характеристик систем управления космическими аппаратами, повышение эффективности системы технической эксплуатации, совершенствование нормативно-технической документации и информационной базы, в том числе в научно-исследовательских институтах.

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
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-8 Способен проводить динамические расчеты систем управления летательными	ОПК-8.3.1 знать математический аппарат и методики расчета динамических характеристик систем управления летательными аппаратами; специализированные программные продукты анализа и синтеза

	аппаратами, применять методики математического и полунатурного моделирования динамических систем "подвижный объект - система управления (система ориентации, стабилизации, навигации, управления движением)"	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
--	--	---

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Физика,
- Динамика полета,
- Автоматика и управление,
- Основы конструкции космических аппаратов.

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,
- Система сбора и обработки полетной информации

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
		№10
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки		
Аудиторные занятия, всего час.	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	34	34
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36

Самостоятельная работа , всего (час)	40	40
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

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

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 10					
Раздел 1. . Общие сведения о системах управления КА. Тема 1.1 Общая структура КА. Тема 1.2 Особенности управляемого движения КА. Тема 1.3 Структура и состав бортового комплекса управления КА	4				2
Раздел 2. Измерительные устройства систем управления полётом КА. Тема 2.1 Измерители параметров движения КА. Тема 2.2 Методы автономной навигации. Тема 2.3 Источники навигационной информации в космическом пространстве	4				2
Раздел 3. Системы управления угловым движением КА. Тема 3.1 Общие сведения о системе управления угловым движением (СУУД) КА. Тема 3.2 Общая функциональная схема СУУД КА. Тема 3.3 Характеристики элементов СУУД КА. Тема 3.4 Алгоритмы управления СУУД с управляемыми реактивными двигателями (УРД). Тема 3.5 Алгоритмы работы СУУД с двигателями маховиками. Тема 3.6 Алгоритмы работы СУУД с силовыми гироскопами.	12	16			16
Раздел 4. Системы управления движением центра масс КА. Тема 4.1 Системы управления манёвром КА. Тема 4.2 Системы управления сближением. Тема 4.3 Системы управления снижением.	10	12			16
Раздел 5. Бортовые цифровые управляющие комплексы КА. Тема 5.1 Общие сведения о бортовых цифровых управляющих комплексах (БЦУК) КА. Тема 5.2 Организации вычислительного процесса.	4	6			4
Итого в семестре:	34	34			40
Итого	34	34	0	0	40

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

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	<p>Раздел 1. Общие сведения о системах управления КА.</p> <p>Тема 1.1 Общая структура КА.</p> <p>Характеристика дисциплины, предмет и задачи дисциплины, порядок изучения и особенности. Значение дисциплины для практической работы. Краткий исторический очерк. Особенности среды, виды управляемого движения КА. Классификация КА и общая схема построения.</p> <p>Тема 1.2 Особенности управляемого движения КА.</p> <p>Общая структура и задачи систем управления полетом КА. Принципы управления, используемые в СУ КА. Классификация систем управления движением и навигации.</p> <p>Тема 1.3 Структура и состав бортового комплекса управления КА.</p> <p>Место системы управления движением и навигацией в общей автоматизированной системе управления КА. Задачи и состав системы управления движением и навигацией. Назначение и состав бортового комплекса управления. Системы координат, используемые при управлении движением КА</p>
2	<p>Раздел 2. Измерительные устройства систем управления полётом КА.</p> <p>Тема 2.1 Измерители параметров движения КА.</p> <p>Принцип действия, физические основы, измерительных устройств инерциального типа. Требования, предъявляемые к измерительным устройствам КА.</p> <p>Тема 2.2 Методы автономной навигации.</p> <p>Принципы построения инерциальных систем навигации. Основы работы автономных и спутниковых систем навигации</p> <p>Тема 2.3 Источники навигационной информации в космическом пространстве.</p> <p>Акселерометры и гироскопические устройства. Построители ИК – вертикали, солнечные датчики, датчики наличия Земли. Радиотехнические устройства</p>
3	<p>Раздел 3. Системы управления угловым движением КА.</p>

	<p>Тема 3.1 Общие сведения о системе управления угловым движением (СУУД) КА.</p> <p>Назначение, принцип действия СУУД. Основные требования к СУУД.</p> <p>Тема 3.2 Общая функциональная схема СУУД КА.</p> <p>Уравнения углового движения. Типовая структура СУУД. Возмущения, способы создания управляющих сил и моментов.</p> <p>Тема 3.3 Характеристики элементов СУУД КА.</p> <p>Характеристики измерительных устройств СУУД. Режимы работы управляющих органов.</p> <p>Тема 3.4 Алгоритмы управления СУУД с управляемыми реактивными двигателями (УРД).</p> <p>Методы исследования СУУД. Нелинейный закон управления. Переходные и установившиеся процессы в системах с релейными характеристиками датчиков. СУУД с линейными датчиками угла и угловой скорости.</p> <p>Тема 3.5 Алгоритмы работы СУУД с двигателями маховиками</p> <p>Принцип работы СУУД с двигателями маховиками. Выбор закона управления в системе ориентации с двигателями маховиками.</p> <p>Тема 3.6 Алгоритмы работы СУУД с силовыми гироскопами.</p> <p>Принцип работы систем ориентации с гироскопическими управляющими органами. Характеристики устойчивости и точности систем ориентации с гироскопическими управляющими органами.</p>
4	<p>Раздел 4. Системы управления движением центра масс КА.</p> <p>Тема 4.1 Системы управления манёвром КА.</p> <p>Виды маневров, программа управления, структура системы управления маневром. Система отработки программных уставок. Система управления импульсом. Система стабилизации.</p> <p>Тема 4.2 Системы управления сближением.</p> <p>Цели и методы сближения по свободным траекториям и по линии визирования (метод параллельного сближения). Управление на этапе дальнего и ближнего сближения. Аппаратурная реализация системы управления сближением.</p> <p>Тема 4.3 Системы управления снижением.</p> <p>Особенности управления снижением, требования к траекториям. Способы создания управляющих сил. Принципы программного и терминального наведения.</p>

	Аппаратурная реализация системы управления снижением.
5	<p>Раздел 5. Бортовые цифровые управляющие комплексы КА.</p> <p>Тема 5.1 Общие сведения о бортовых цифровых управляющих комплексах (БЦУК) КА.</p> <p>Состав и назначение средств бортового цифрового управляющего комплекса (БЦУК). Состав аппаратных средств БЦУК. Основные характеристики бортовых цифровых вычислительных машин (БЦВМ).</p> <p>Тема 5.2 Организации вычислительного процесса.</p> <p>Средства связи БЦВК с внешними абонентами. Принципы планирования работы БЦУК. Перспективы развития СУ КА; особенности СУ зарубежных КА. Заключение.</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 10					
1	Построение фазовых траекторий при ориентации и стабилизации КА	Аналитические расчеты и моделирование	10	10	3
1	Исследование системы угловой стабилизации КА с релейными датчиками	Аналитические расчеты и моделирование	8	8	3
2	Исследование системы угловой стабилизации КА с линейными датчиками	Аналитические расчеты и моделирование	8	8	4
3	Расчет влияния чистого запаздывания на устойчивость системы управления	Аналитические расчеты и моделирование	8	8	5
Всего			34	34	

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость,	Из них	№
---	---------------------------------	---------------	--------	---

п/п		(час)	практической подготовки, (час)	раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

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

4.6. Самостоятельная работа обучающихся
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 10, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	15	15
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)	10	10
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	5	5
Всего:	40	40

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)
531 Л 84	Прикладная теория гироскопов [Текст] : учебник / Д. П. Лукьянов, В. Я. Распопов, Ю. В. Филатов ; Концерн "ЦНИИ "Электроприбор". - СПб. : Изд-во ЦНИИ "Электроприбор", 2015. - 316 с. : рис. - Библиогр. в конце глав, с. 312	15

629.7 М 59	Микросистемы ориентации беспилотных летательных аппаратов [Текст] / Р. В. Алалуев [и др.] ; ред. В. Я. Распопов. - М. : Машиностроение, 2011. - 184 с.	6
---------------	--	---

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

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

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

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

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

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

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	1303а
2	Специализированная лаборатория «Инерциальных сенсоров параметров движения», «Гироскопических систем»	1303а, 1304, 1303б

3	Кафедральные настенные стенды с препарированными инерциальными сенсорами параметров движения основания ССО	1303а, 1304, 1303б
---	--	--------------------

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.

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

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

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

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	<ul style="list-style-type: none"> – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Особенности среды, виды управляемого движения КА.	ОПК-7.3.1
2	Классификация КА и общая схема построения.	ОПК-7.3.1
3	Общая структура и задачи систем управления полетом КА.	ОПК-7.3.1
4	Принципы управления, используемые в СУ КА.	ОПК-7.3.1
5	Классификация систем управления движением и навигации.	ОПК-7.3.1
6	Место системы управления движением и навигацией в общей автоматизированной системе управления КА.	ОПК-7.У.1
7	Задачи и состав системы управления движением и навигацией.	ОПК-7.У.1
8	Назначение и состав бортового комплекса управления.	ОПК-7.У.1
9	Системы координат, используемые при управлении движением КА	ОПК-7.У.1
10	Принцип действия, физические основы, измерительных устройств инерциального типа.	ОПК-7.У.1
11	Требования, предъявляемые к измерительным устройствам КА.	ОПК-7.У.1
12	Принципы построения инерциальных систем навигации.	ОПК-7.В.1
13	Основы работы автономных и спутниковых систем навигации.	ОПК-7.В.1
14	Построители ИК – вертикали, солнечные датчики, датчики наличия Земли. Радиотехнические устройства	ОПК-7.В.1
15	Акселерометры и гироскопические устройства.	ОПК-7.В.1
16	Назначение, принцип действия СУУД.	ОПК-7.В.1
17	Уравнения углового движения.	ОПК-8.3.1
18	Типовая структура СУУД.	ОПК-8.3.1
19	Возмущения, способы создания управляющих сил и моментов.	ОПК-8.3.1
20	Основные требования к СУУД.	ОПК-8.3.1
21	Характеристики измерительных устройств СУУД. Режимы работы управляющих органов.	ОПК-8.3.1
22	Методы исследования СУУД.	ОПК-8.У.1
23	Переходные и установившиеся процессы в системах с релейными характеристиками датчиков. СУУД с линейными датчиками угла и угловой скорости.	ОПК-8.У.1
24	Принцип работы СУУД с двигателями маховиками.	ОПК-8.У.1
25	Выбор закона управления в системе ориентации с	ОПК-8.У.1

	двигателями маховиками.	
26	Принцип работы систем ориентации с гироскопическими управляющими органами.	ОПК-8.У.1
27	Характеристики устойчивости и точности систем ориентации с гироскопическими управляющими органами.	ОПК-8.В.1
28	Виды маневров, программа управления, структура системы управления маневром.	ОПК-8.В.1
29	Система отработки программных уставок. Система управления импульсом. Система стабилизации.	ОПК-8.В.1
30	Цели и методы сближения по свободным траекториям и по линии визирования (метод параллельного сближения).	ОПК-8.В.1
31	Управление на этапе дальнего и ближнего сближения.	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
	Учебным планом не предусмотрено	

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

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

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

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

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	Как формулируется термин «математическая модель системы управления» в большой советской энциклопедии? Приближенное описание процессов, происходящих в системе, выраженное в виде математических символов Изображение конструкции системы управления Набор составных частей системы управления Программно-математическое обеспечение системы управления	ОПК-7.3.1
2	Что такое бортовой комплекс согласно «ГОСТ Р 53802-2010. Термины и определения»? Совокупность взаимосвязанных систем, устройств и агрегатов космического аппарата, выделяемая по конструктивным и/или функциональным признакам Оборудование, размещенное на космическом аппарате Бортовая вычислительная система космического аппарата Система космического аппарата, предназначенная для получения и передачи телеметрической информации	ОПК-7.3.1
3	Что такое специальная система космического аппарата согласно «ГОСТ Р 53802-2010. Термины и определения»? Система космического аппарата, предназначенная для	ОПК-7.3.1

	<p>реализации задач, обусловленных целевым назначением космического аппарата</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>													
4	<p>Что такое бортовой комплекс защиты космического аппарата согласно «ГОСТ Р 53802-2010. Термины и определения»?</p> <p>Бортовой комплекс космического аппарата, предназначенный для прогнозирования, обнаружения, распознавания, локализации и ликвидации аварийных ситуаций</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-7.3.1												
5	<p>Что такое бортовой комплекс управления космическим аппаратом согласно «ГОСТ Р 53802-2010. Термины и определения»?</p> <p>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</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-7.3.1												
6	<p>По характеристическому уравнению системы стабилизации КА определить выполнение необходимого условия устойчивости.</p> <table><tr><td>1) $0,1p^4 + 2p^2 + 3 = 0$</td><td>А) необходимое условие выполнено, система устойчива</td></tr><tr><td>2) $0,1p^4 + 3p^3 + 2p^2 + 3 = 0$</td><td>В) необходимое условие невыполнено, система неустойчива</td></tr><tr><td>3) $0,1p^4 + 3p^3 + 2p^2 - 4 = 0$</td><td>С) необходимое условие невыполнено, система находится на границе устойчивости</td></tr></table> <p>Ключ к ответу</p> <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>С</td><td>А</td><td>В</td></tr></table> <p>ива</p>	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	1	2	3	С	А	В	ОПК-7.У.1
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													
1	2	3												
С	А	В												
7	<p>Характеристическое уравнение системы управления космическим аппаратом представлено в виде: $p^4 - 3p^2 + 2 = 0$. Определить устойчивость системы.</p> <p>Система находится на границе устойчивости</p>	ОПК-7.У.1												

	Система устойчива Система неустойчива Система асимптотически устойчива													
8	Характеристическое уравнение системы управления космическим аппаратом представлено в виде: $p^4-4p^3+3p^2+2=0$. Определить устойчивость системы. Система находится на границе устойчивости Система устойчива Система неустойчива Система асимптотически устойчива	ОПК-7.У.1												
9	Характеристическое уравнение системы управления К какому способу создания управляющих моментов относится способ использования взаимодействия магнитного поля КА с магнитным полем Земли полуактивному	ОПК-7.У.1												
10	Характеристическое уравнение системы управления космическим аппаратом представлено в виде: $p^3+4p^2+3p-2=0$. Определить устойчивость системы. Система находится на границе устойчивости Система устойчива Система неустойчива Система асимптотически устойчива	ОПК-7.У.1												
11	Какой принцип используется для управления движением космическим аппаратом? Телеуправления Автоматизированного управления Самонаведения Автономного управления	ОПК-7.В.1												
12	<div>управления в системе стабилизации КА</div> <table><tr><td>1) активный способ</td><td>А) моменты создаются только за счёт взаимодействия КА с внешней средой без затрат энергии бортовых источников</td></tr><tr><td>2) полуактивный способ</td><td>В) моменты создаются за счёт энергии, запасённой или выработанной на борту КА</td></tr><tr><td>3) пассивный способ</td><td>С) моменты создаются за счёт взаимодействия КА со средой и с некоторыми затратами энергии бортовых источников</td></tr></table> <div>Ключ к ответу</div> <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>В</td><td>С</td><td>А</td></tr></table>	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	1	2	3	В	С	А	ОПК-7.В.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													
1	2	3												
В	С	А												
13	Сколько каналов должна иметь система стабилизации при использовании метода жесткого программирования движения космического аппарата (КА)? Три Четыре Пять Шесть	ОПК-7.В.1												
14	При использовании методов свободного программирования движения КА	ОПК-7.В.1												

	<p>Наличие системы регулирования кажущейся скорости (РКС) является необходимым</p> <p>Система РКС может отсутствовать</p> <p>Система РКС должна работать на отдельных участках полета</p> <p>Система НС,БС может отсутствовать</p>													
15	<p>Какой параметр движения в конце активного участка полета оказывает наибольшее влияние на параметры орбиты КА?</p> <p>Угол тангажа</p> <p>Угол наклона траектории</p> <p>Высота полета в точке выключения двигателя</p> <p>Значение скорости полета</p>	ОПК-7.В.1												
16	<p>Чем обусловлена необходимость использования в системах управления угловым движением датчиков угловой скорости (ДУС)?</p> <p>Малой частотой процессов угловой стабилизации</p> <p>Высокими требованиями к точности управления</p> <p>Необходимостью выполнения программных поворотов</p> <p>Наличием на КА подвесных элементов конструкции</p>	ОПК-8.3.1												
17	<p>Укажите основной недостаток использования управляемых реактивных двигателей для создания управляющих моментов на КА</p> <p>Невозможность обеспечить высокую точность управления</p> <p>Большая колебательность системы</p> <p>Автоколебательный характер установившихся процессов в системе</p> <p>Необходимость иметь запасы рабочего тела на борту</p>	ОПК-8.3.1												
18	<p>На чем основан принцип действия двигателя-маховика как управляющего органа КА?</p> <p>На свойстве устойчивости вращающегося тела</p> <p>На третьем законе Ньютона</p> <p>На законе прецессии</p> <p>На законе сохранения момента количества движения</p>	ОПК-8.3.1												
19	<p>Сопоставить определения способов создания моментов управления в системе стабилизации КА</p> <table><tr><td>1) активный способ</td><td>А) моменты создаются только за счёт взаимодействия КА с внешней средой без затрат энергии бортовых источников</td></tr><tr><td>2) полуактивный способ</td><td>В) моменты создаются за счёт энергии, запасённой или выработанной на борту КА</td></tr><tr><td>3) пассивный способ</td><td>С) моменты создаются за счёт взаимодействия КА со средой и с некоторыми затратами энергии бортовых источников</td></tr></table> <p>Ключ к ответу</p> <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>В</td><td>С</td><td>А</td></tr></table>	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	1	2	3	В	С	А	ОПК-8.3.1
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													
1	2	3												
В	С	А												
20	<p>К полуактивным способам создания управляющих моментов на КА относятся</p> <p>Использование реактивных моментов двигателей-маховиков</p> <p>Использование гироскопических моментов силовых гироскопов</p> <p>Использование взаимодействия магнитного поля КА с</p>	ОПК-8.3.1												

	магнитным полем Земли Использование моментов аэродинамических сил											
21	Чем обусловлена необходимость режима «успокоения» в системах управления угловым движением КА? Зависимостью длительности переходного процесса от начальной угловой скорости КА Стремлением уменьшить расход рабочего тела на управление Требованиями к точности стабилизации Релейной формой статической характеристики УРД		ОПК-8.У.1									
22	В чем состоит основное достоинство методов сближения по свободным траекториям? Высокая точность Высокая экономичность Простота технической реализации Высокая надежность решения задачи сближения		ОПК-8.У.1									
23	Что является аргументом программы управления по продольной перегрузке в системе управления снижением КА является? путевая скорость.		ОПК-8.У.1									
24	Как определяется момент входа спускаемого аппарата (СА) типа «Союз» в атмосферу? С помощью временного механизма По достижению заданной высоты С помощью акселерометра, ориентированного по продольной оси СА По значению продольной перегрузки		ОПК-8.У.1									
25	В чем состоят функции системы управления снижением на внеатмосферном участке спуска? Выполнение программных поворотов и стабилизация углового движения СА Стабилизация центра масс СА на программной траектории снижения Устранение последствий ошибок в выдаче тормозного импульса Обеспечение ориентированного входа СА в атмосферу		ОПК-8.У.1									
26	Как создается управляющая сила на атмосферном участке снижения КА? Использованием тяги реактивного двигателя Определенным расположением центра масс спускаемого аппарата Управлением величиной угла атаки Использованием аэродинамических управляющих органов		ОПК-8.В.1									
26	Определить удельную тягу управляемых реактивных двигателей КА <table><tr><td>1) газовые реактивные сопла (ГРС)</td><td>A) ~2000 кг</td></tr><tr><td>2) химические реактивные двигатели (ХРД)</td><td>B) (50-70) кг</td></tr><tr><td>3) электрореактивные двигатели (ЭРД)</td><td>C) (250-320) кг</td></tr></table> Ключ к ответу <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr></table>		1) газовые реактивные сопла (ГРС)	A) ~2000 кг	2) химические реактивные двигатели (ХРД)	B) (50-70) кг	3) электрореактивные двигатели (ЭРД)	C) (250-320) кг	1	2	3	ОПК-8.В.1
1) газовые реактивные сопла (ГРС)	A) ~2000 кг											
2) химические реактивные двигатели (ХРД)	B) (50-70) кг											
3) электрореактивные двигатели (ЭРД)	C) (250-320) кг											
1	2	3										

	В	С	А	
27	Поправки к программному углу крена вычисляются в зависимости от: рассогласования продольной перегрузки скорости изменения рассогласования продольной перегрузки рассогласования угла атаки и его производной измеренного угла атаки			ОПК-8.В.1
29	Резервированная централизованная структура БЦВК обеспечивает: повышение надежности работы БЦВК повышение производительности БЦВК суммирование вычислительных ресурсов каналов БЦВК повышение точности обработки информации			ОПК-8.В.1
30	Беспriorитетная дисциплина обслуживания заявок: реализует заданную последовательность решения частных задач способствует устранению последствий сбоев и отказов повышает надежность обработки информации нецелесообразна в системах с большой долей случайных заявок на включение программных модулей			ОПК-8.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

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.

11.1. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах.

Учебным планом не предусмотрены.

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 обучающимся 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

Функции практических занятий:

- познавательная;
- развивающая;
- воспитательная.

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;
- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;
- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Они могут проводиться:

- в интерактивной форме (решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), деловая учебная игра, ролевая игра, психологический тренинг, кейс, мозговой штурм, групповые дискуссии);
- в не интерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач и другое).

Методика проведения практического занятия может быть различной, при этом важно достижение общей цели дисциплины.

11.3. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ.

Учебным планом не предусмотрены.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы.

Учебным планом не предусмотрены.

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 практических заданий.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

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

При подготовке к текущему контролю успеваемости по дисциплине студент должен:

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

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

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

– 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