

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

Кафедра № 13

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

Н.А. Овчинникова

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«14» \_\_ 06 \_\_ 2022 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Целевые системы космических аппаратов»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	25.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей
Наименование направленности	Эксплуатация и испытания авиационной и космической техники
Форма обучения	заочная

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доцент, к.т.н., доцент

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

В.А. Авдеев

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«14» \_\_ 06 \_\_ 2022 г, протокол № 10

Заведующий кафедрой № 13

к.т.н., доц.

(уч. степень, звание)

(подпись, дата)

Н.А. Овчинникова

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 25.03.01(01)

ст. преподав.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

Н.И. Ускова

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе

ст. преподав.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

В.Е. Таратун

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Целевые системы космических аппаратов» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 25.03.01 «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей» направленности «Эксплуатация и испытания авиационной и космической техники». Дисциплина реализуется кафедрой «№13».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-3 «Способен осуществлять поиск и устранение причин отказов и повреждений авиационной техники»

ПК-8 «Способен к оперативному планированию деятельности первичных производственных подразделений»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с характеристикой полезной нагрузки космических аппаратов, в качестве которой определены целевые системы, определяющие функциональное (целевое) назначение аппарата. Функциональное назначение и масса полезной нагрузки ЛА определяют выбор орбит, расчеты траекторий вывода на орбиту, спуска с орбиты, что в конечном итоге формирует нагрузки на космический аппарат, определяет его конструкцию, динамические характеристики систем стабилизации, ориентации и управления, выбор методов проектирования аппарата, моделирование, технологии производства космических аппаратов, их экспериментальную отработку и эксплуатацию.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельную работу 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 изучение студентами принципов построения целевых систем космических аппаратов, которые определяют полезную нагрузку аппарата, физические условия его функционирования и процессы эксплуатации, исследование которых является одной из профессиональных областей деятельности выпускников.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, 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
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен осуществлять поиск и устранение причин отказов и повреждений авиационной техники	ПК-3.3.1 знать методы поиска повреждений и отказов авиационной техники и технологии их устранения ПК-3.3.2 знать методы оценивания эффективности и надежности применяемых методов устранения повреждений и отказов авиационной техники и их причин ПК-3.У.1 уметь осуществлять поиск и устранение отказов и повреждений авиационной техники и их причин ПК-3.В.1 владеть технологиями поиска и устранения отказов и повреждений авиационной техники и методами выявления их причин
Профессиональные компетенции	ПК-8 Способен к оперативному планированию деятельности первичных производственных подразделений	ПК-8.У.1 уметь разрабатывать оперативные планы использования воздушных судов по назначению в пределах межремонтных ресурсов и их отхода (выбытия) на периодическое техническое обслуживание

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Математика. Математический анализ
- Аналитическая геометрия и линейная алгебра
- Математический анализ
- Дифференциальные уравнения;
- Физика;
- Математика;
- Химия;
- Информатика;
- Электротехника;

- Прикладная механика;
- Информационные технологии;
- Электроника;
- Основы ракетно-космической техники;
- Системы электроснабжения;
- Системы энергоснабжения космических аппаратов;
- Основы измерительной техники;
- Служебные системы космических аппаратов;
- Основы теории надежности;
- Газодинамика;
- Автоматика и управление;
- Моделирование систем и процессов;
- Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы;
- Основы конструкции космических аппаратов;
- Самолетное оборудование;
- Динамика полета;
- Конструкция и прочность двигателей ракетно-космической техники;
- Термодинамика и теплотехника.

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

- Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы;
- Авиационные электрические машины;
- Конструкция и прочность двигателей ракетно-космической техники;
- Техническое обслуживание и ремонт летательных аппаратов и двигателей;
- Техническая диагностика;
- Основы теории технической эксплуатации летательных аппаратов;
- Пилотажно-навигационные комплексы;
- Аэродинамика (прикладная);
- Системы автоматического управления летательных аппаратов и их силовых установок;
- Конструкция и прочность авиационных двигателей;
- Технические средства регистрации и анализа состояния авиационной техники;
- Системы автоматического управления летательных аппаратов и их силовых установок;
- Основы испытания авиационной и космической техники;
- Системы стабилизации и ориентации космических аппаратов;
- Безопасность полетов и поддержание летной годности.

### 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
		№8
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины,</b> ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>	16	16
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	24	24
в том числе:		

лекции (Л), (час)	8	8
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	8	8
лабораторные работы (ЛР), (час)	8	8
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	9	9
<b>Самостоятельная работа</b> , всего (час)	111	111
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> 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 8					
Тема №1. Системы КА, как универсальной платформы	1	1			
Тема №2. Комплекс целевой аппаратуры КА	1	1			
Тема №3. Методы дистанционного зондирования Земли и энергетическое описание сигналов	1	1	2		
Тема №4. Прохождение оптического излучения через атмосферу	1	1			
Тема №5. Элементы и узлы оптико-электронных систем	1	1	3		
Тема №6. Лидары	1	1			
Тема №7. Лазерные системы слежения, наведения, дальнометрии, высотометрии и высокоточных геофизических измерений	1	1			
Тема №8. Оптико - электронные радиометр, спектрометр, сканер	1	1	3		
Итого в семестре:	8	8	8		111
Итого	8	8	8	0	111

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
Тема №1. Системы КА, как универсальной платформы	Бортовая система контроля и управления. Задачи БКУ: управление стабилизацией, движением и навигацией, командно-логическое управление служебными системами, элементами конструкции и целевым оборудованием; сбор,

	<p>обработка и анализ контрольно-диагностической информации; взаимодействие с наземным комплексом управления и экипажем.</p> <p>Структура БКУ: система стабилизации, управления движением и навигацией; система управления бортовым комплексом; система управления радиотехническим комплексом; система бортовых измерений; программное обеспечение; телеметрия, взаимодействие с наземным комплексом управления.</p> <p>Электроэнергетические системы. Системы обеспечения теплового режима.</p>
<p>Тема №2. Комплекс целевой аппаратуры КА</p>	<p>Комплекс широкозахватной мультиспектральной оптико-электронной аппаратуры ДЗЗ видимого диапазона. Комплекс аппаратуры ДЗЗ ИК диапазоне. Комплекс многопозиционной аппаратуры с радиолокационным синтезированием апертуры (РСА).</p> <p>Особенности получения радиолокационного изображения.</p> <p>Лидары. Оптико-электронные радиомеры. Оптико-электронные спектрометры. Сканеры. Магнитометры.</p> <p>Аппаратура дистанционного зондирования Земли спутников серии «Метеор» и «Ресурс». Аппаратура дистанционного зондирования Земли орбитальных станций «Салют» и «Мир». Аппаратура дистанционного зондирования Земли малого космического аппарата «Аист-2Д»</p> <p>Примеры комплексов научной аппаратуры.</p>
<p>Тема №3. Методы дистанционного зондирования Земли и энергетическое описание сигналов</p>	<p>Характеристика методов дистанционного зондирования.</p> <p>Оптические средства дистанционного зондирования.</p> <p>Структура и классификация оптико-электронных средств.</p> <p>Особенности описания сигналов в оптико-электронных системах. Классификация излучателей. Энергетические и фотометрические параметры и характеристики оптических сигналов. Черное тело как идеальный излучатель. Параметры и характеристики излучателей в области отраженного излучения. Параметры и характеристики излучателей в области собственного излучения. Псевдотемпературы. Наземные источники излучения. Атмосферные источники излучения. Космические источники излучения.</p>
<p>Тема №4. Прохождение оптического излучения через атмосферу</p>	<p>Общая характеристика влияния атмосферы на оптические сигналы. Строение и состав атмосферы. Поглощение излучения атмосферой. Молекулярное (рэлеевское) рассеяние излучения в атмосфере. Флуктуационные явления в атмосфере. Рефракция оптических лучей. Оптические характеристики турбулентной атмосферы. Оптические характеристики аэрозольной атмосферы. Учет атмосферного влияния на результаты дистанционного зондирования.</p>
<p>Тема №5. Элементы и узлы оптико-электронных систем</p>	<p>Оптическая система. Геометрические параметры системы оптической системы. Аберрации оптических систем. Критерии качества оптической системы. Оптическая система как линейный фильтр. Объективы. Конденсоры. Волоконно-оптические элементы. Оптические модуляторы-обтюраторы. Оптические фильтры. Дисперсирующие элементы. Поляризационные призмы. Пространственно - временные модуляторы и преобразователи некогерентного изображения в когерентное.</p> <p>Оптические элементы сканирующих систем. Аппаратурные</p>

	<p>источники излучения. Передающие оптические системы. Преобразование сигналов в оптико-электронных системах. Основные понятия из теории линейной фильтрации. Оптимальная линейная фильтрация. Временная фильтрация. Накопление. Спектральная фильтрация. Пространственная фильтрация. Выборка. Модуляция. Демодуляция. Сканирование.</p> <p>Приемники излучения. Классификация приемников излучения. Параметры и характеристики приемников излучения. Тепловые приемники излучения. Фотоэлементы, фотоэлектронные умножители и электронно-оптические преобразователи. Фоторезисторы и QWIP-приемники. Фотодиоды. ПЗС-матрицы. КМОП-матрицы. Гибридные, монолитные и многоцветные приемники излучения.</p> <p>Охлаждение приемников излучения.</p>
<p>Тема №6. Лидары</p>	<p>Отражающие свойства земной, морской поверхностей, светоотражателей и объектов локации.</p> <p>Распространение лазерных пучков в земной атмосфере.</p> <p>Уравнение лазерной локации.</p> <p>Мощность лазерного локационного сигнала от неровной земной поверхности.</p> <p>Энергетические и временные характеристики лазерного локационного сигнала от взволнованной земной поверхности.</p> <p>Мощность лазерного сигнала от светоотражателей.</p> <p>Спектральное альbedo поверхностей. Помехи в системах</p>
<p>Тема №7. Лазерные системы слежения, наведения, дальнометрии, высотометрии и высокоточных геофизических измерений</p>	<p>Лазерные импульсные высотомеры различного назначения.</p> <p>Лазерный импульсный высотомер MOLA для высокоточной топографической съемки поверхности Марса.</p> <p>Лазерный импульсный высотомер LOLA для высокоточной топографической съемки поверхности Луны.</p> <p>Лазерный импульсный высотомер MLA для высокоточной топографической съемки поверхности Меркурия.</p> <p>Лазерная дальнометрическая система для высокоточных геофизических измерений.</p> <p>Российский космический лазерный локаатор «Балкан»</p> <p>Лазерные системы слежения за спутниками.</p> <p>Лазерная локационная система для стыковки космических аппаратов.</p> <p>Многоцелевая лазерная локационная система для космических аппаратов.</p>
<p>Тема №8. Оптико - электронные радиометр, спектрометр, сканер</p>	<p>Оптико - электронный радиометр. Энергетическая яркость протяженных излучателей и их температура. Формирование энергетической и пространственной информации.</p> <p>Радиометрические спектральные каналы многоспектральных сканеров. Структурная схема и принцип действия бортового оптико-электронного радиометра.</p> <p>Схема радиометра ATSR для измерения температуры поверхности моря.</p> <p>Оптико-электронные спектрометры. Спектральное распределение яркости протяженного сигнала. Структурная схема оптико-электронного спектрометра. Дисперсионные спектрометры. Схема призмного монохроматора. Схема монохроматора с дифракционной решеткой. Формирование пространственно-спектрального гиперкуба. Схема</p>

	<p>инфракрасного щелевого дифракционного спектрометра. Схема авиационного спектрометра. Схемы и параметры видеоспектрометров MOS; Hyperion, схема Фурье спектрометра, спектрометра с интерферометром Саньяка, спектрометра - поляриметра.</p> <p>Сканеры. Классификация сканеров. Схемы оптико-механического сканирования (технология whiskbroom); фотоэлектрического сканирования (технология pushbroom).</p> <p>Геометрические соотношения при сканировании. Схемы формирования спектральных каналов. Структурные схемы мультиспектральных whiskbroom - сканера и pushbroom - сканера. Схемы, каналы и параметры сканеров S-192; MSS; TM; ALI. Примеры оптико-электронных систем в современных действующих программах дистанционного зондирования Земли.</p>
Тема №9. Целевые КА ГНСС	<p>Бортовая интегрированная система навигации КА, функционирующих на геостационарной и высокоэллиптической орбитах. Интегрированная бортовая навигационная система целевого КА. Общие принципы построения глобальных спутниковых навигационных систем. Структура ГЛОНАСС. Системы координат ГНСС. Отсчеты времени. Шкалы времени. Структура сигналов. Пространственно-временные-фазовые соотношения. Оценивание положения и показаний часов. Учет вращения Земли. Вычисление координат ГЛОНАСС и GPS. Структура навигационного сообщения. Поверхности псевдодальностей и псевдодоплеровского смещения частот. Оценка точности координат.</p> <p>Перспективные задачи навигации и наведения ЛА на основе ГНСС технологий.</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 8					
1	Бортовая система контроля и управления. Задачи БКУ, взаимодействие с наземным комплексом управления.	Практическое занятие	1		Тема №1
2	Комплекс целевой аппаратуры ЛА	Практическое занятие	1		Тема №2
3	Рефракция оптических лучей.	Практическое занятие	1		Тема №3



	Оптические характеристики турбулентной атмосферы. Оптические характеристики аэрозольной атмосферы.				
4	Оптимальная линейная фильтрация	Практическое занятие	1		Тема №4
5	ПЗС-матрицы. КМОП-матрицы	Практическое занятие	1		Тема №5
6	Цифровая обработка сигналов	Практическое занятие	1		Тема №6
7	Фоторезисторы и QWIP - приемники. Фотодиоды	Практическое занятие	1		Тема №7
8	Пространственно-временные модуляторы и преобразователи некогерентного изображения в когерентное. Уравнение лазерной локации.	Практическое занятие	1		Тема №8,9
Всего			8		

#### 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 8				
1	Исследование возможности восстановления непрерывного сигнала по его дискретным отсчетам.	2		Тема №3
2	Исследование цифровых управляющих фильтров.	1		Тема №3
3	Синтез системы управления с цифровой коррекцией.	2		Тема №5
4	Исследование эффектов квантования в цифровых фильтрах.	1		Тема №5
5	Исследование курсовой гироскопической системы.	1		Тема №8
6	Исследование динамических свойств системы стабилизации изображения.	1		Тема №8
Всего		8		

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 8, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	108	108
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	3	3
Всего:	111	111

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)
	Оптико - электронные системы дистанционного зондирования В.П. Савиных. В.А. Соломатин. Москва. Машиностроение. 2014 г. ISBN 978-5-94275-754-0	1
	Бортовые комплексы управления космических аппаратов: учебное пособие /Е. А. Микрин. — Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. —245, (1] с.: ил. ISBN 978-5-7038-3983-6	1
	Бортовые системы управления космическими аппаратами: Учебное пособие / Бровкин А.Г., Бурдыгов Б.Г., Гордийко	1

	С.В. и др. Под редакцией А.С. Сырова - М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2010,-304 с.: ил.	
	Основы импульсной лазерной локации: учебное пособие /под. ред. В.Н. Рождествина. М: изд. МГТУ им. Н.Э Баумана, 2010	1
	Управление космическими полетами: учебное пособие: в 2 ч/ В.А. Соловьев; Л.Н., Лысенко; М: изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010	1

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
www.federalspace.ru	ГК «Роскосмос»
www.iafastro.com	International Astronautical Federation
www.npoencrgomash.ru engine.space	АО «НПО Энергомаш им. Академика В.П. Глушко
www.kbha.ru	АО «КБ Химавтоматика»
www.protonpm.ru	Г1АО «Протон-ПМ»
www.energia.ru	ПАО РКК «Энергия»
www.rssi.ru	Russian Space Science Internet (RSSI)
www.khrunichev.ru	ГКНПЦ им. Хруничева
www.tsenki.com	ФГУП «Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры»
www.csa.int	United space in Europe
www.icc-reshtnev.ru	АО «Информационные спутниковые системы» им. Академика М.Ф Решетнева
www.jpl.nasa.gov	Jet Propulsion Laboratory California Institute of Technology
www.spacchina.com/espace	China Aerospace Science and Technology Corporation
www.dlr.de	The German Aerospace Center (DLR)
www.curonews.com/programs/space	Get the latest news about space travel, exploration, of the cosmos&latest discoveries of planet
www.buran.ru	Сайт многоразовой системы «Буран»
ww.novosti-kosmonavtiki.ru	Форум

8. Перечень информационных технологий

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

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

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

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

## 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Мультимедийная лекционная аудитория	

## 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»	– 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.

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

### 10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Бортовая система контроля и управления. Задачи БКУ, взаимодействие с наземным комплексом управления.	ПК-3.3.1
2	Комплекс целевой аппаратуры КА.	
3	Рефракция оптических лучей. Оптические характеристики турбулентной атмосферы. Оптические характеристики аэрозольной атмосферы.	
4	Оптимальная линейная фильтрация.	
5	ПЗС - матрицы. КМОП - матрицы.	
6	Цифровая обработка сигналов	
7	Фоторезисторы и QWIP - приемники. Фотодиоды	ПК-3.3.2
8	Пространственно-временные модуляторы и преобразователи некогерентного изображения в когерентное.	
9	Уравнение лазерной локации.	
10	Теоретические основы приема импульсных лазерных сигналов.	
11	Методы математического моделирования входных сигналов систем лазерной локации.	
12	Спектральное альbedo поверхностей. Помехи в системах лазерной локации	
13	Флуктуационные характеристики локационного лазерного сигнала.	ПК-3.У.1
14	Элементная база систем импульсной лазерной локации.	

15	Энергетические и временные характеристики лазерного локационного сигнала от взволнованной земной поверхности.	
16	Флуктуационные характеристики локационного лазерного сигнала.	
17	Энергетическая яркость протяженных излучателей и их температура	
18	Формирование энергетической и пространственной информации	
19	Радиометрические спектральные каналы многоспектральных сканеров	ПК-3.В.1
20	Оптико-электронные спектрометры. Спектральное распределение яркости протяженного сигнала.	
21	Дисперсионные спектрометры.	
22	Формирование пространственно-спектрального гиперкуба.	
23	Схема монохроматора с дифракционной решеткой.	
24	Схемы оптико-механического сканирования (технология whishbroom)	
25	Схемы фотоэлектрического сканирования (технология pushbroom)	ПК-8.У.1
26	Геометрические соотношения при сканировании. Схемы формирования спектральных каналов.	
27	Структурные схемы мультиспектральных whishbroom-сканера и pushbroom-сканера.	
28	Схема Фурье спектрометра. спектрометра с интерферометром Саньяка.	
29	Схема радиометра ATSR для измерения температуры поверхности моря.	
30	Примеры оптико-электронных систем в современных действующих программах дистанционного зондирования Земли.	

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

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

Целью преподавания дисциплины является изучение студентами целевых систем космических аппаратов, которые определяют полезную нагрузку аппарата, физические условия его функционирования и процессы эксплуатации, исследование которых является одной из профессиональных областей деятельности выпускников.

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала (*если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*).

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.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

Основной целью для обучающегося является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умения работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием семинарских занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы занятий является совместная работа преподавателя и обучающегося над решением поставленной проблемы, а поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности.

При подготовке к семинарскому занятию по теме прослушанной лекции необходимо ознакомиться с планом его проведения, с литературой и научными публикациями по теме семинара.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

1 Практические занятия проводятся после чтения лекций, дающих теоретические основы для их выполнения.

Допускается выполнение практических занятий до прочтения лекций с целью формализации проблемы для изучения теоретического материала при наличии описаний работ, включающих необходимые сведения или ссылки на конкретные учебные издания, содержащие эти сведения.

2 Основанием проведения практических занятий по дисциплине являются: рабочая программа учебной дисциплины; расписание учебных занятий.

3 Условия проведения практических занятий.

3.1 Практические занятия должны проводиться в аудиториях, соответствующих санитарно-гигиеническим нормам.

3.2 По время практических занятий должны соблюдаться порядок и дисциплина в соответствии с Правилами внутреннего распорядка ГУАП.

3.3 Практические занятия должны быть обеспечены в достаточном объеме необходимыми методическими материалами, включающими в себя комплект методических указаний к выполнению практических работ по данной дисциплине.

3.4 Преподаватель несет ответственность за организацию практических занятий.

Он имеет право определять содержание практических работ, выбирать методы и средства проведения занятия, наиболее полно отвечающие их особенностям и обеспечивающие высокое качество учебного процесса

4 Ответственность и обязанности студента.

4.1 До проведения практического занятия и на занятии студент имеет право задавать преподавателю вопросы по содержанию и методике выполнения работы.

Ответ преподавателя должен обеспечивать выполнение студентом работы в течение занятия в полном объеме и с надлежащим качеством подтверждаемым тестированием

4.2 Студент имеет право на выполнение практической работы по оригинальной методике с согласия преподавателя и под его наблюдением.

4.3 Студент обязан выполнить практическую работу, пропущенную по уважительной причине, в часы, согласованные с преподавателем.



4.4 Студент обязан явиться на практическое занятие во время, установленное расписанием, и предварительно подготовленным к проведению занятий, что может контролироваться преподавателем вопросами входного контроля.

4.5 В ходе практических занятий студенты ведут необходимые записи в отдельных от материалов лекций носителях или отдельных обособленных от лекционного материала файлах электронной информации, которые преподаватель вправе потребовать для проверки.

Допускается по согласованию с преподавателем представлять отчеты о работе в электронном виде через личный кабинет студента и преподавателя.

4.6 В течение практического занятия преподаватель контролирует правильность выполнения заданий; оценка достигнутых результатов по освоению студентом темы, раздела учебной дисциплины осуществляется в конце практического занятия (группы практических занятий) путем проверки отчета и (или) его защиты (презентации, собеседования) или другой формы по усмотрению преподавателя с применением модульно - рейтинговой системы ГУ АП.

4.7 Студент несет ответственность: у за пропуск практического занятия по неуважительной причине; у за неподготовленность к практическому занятию; за несвоевременную сдачу и защиту отчета о практическом занятии.

В соответствии с требованиями стандартов качества ГУАП о системе контроля качества знаний студентов очной и заочной формы обучения студенты, пропустившие занятия и не отработавшие их к началу сессии, не допускаются к зачету или экзамену по данной дисциплине

Требования к проведению практических занятий  
*Обязательно для заполнения преподавателем*

*Если методические указания по прохождению практических занятий имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.*

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

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося.

Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач у обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

- 1) Схема лабораторной установки.
- 2) Паспортные данные исследуемой машины или приборов.
- 3) Таблицы с расчетными и опытными данными.
- 4) Основные расчетные формулы.
- 5) Алгоритмы сглаживания, аппроксимации экспериментальных данных, графики исследуемых зависимостей.
- 6) Трактовка полученных результатов и краткие выводы по работе.

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Требования к форме отчета о лабораторной работе определены стандартами Университета: [http://guap.ru/guap/standart/titl\\_main.shtml/](http://guap.ru/guap/standart/titl_main.shtml/)

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

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности. По данной дисциплине курсовой проект не предусмотрен.

11.6. 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).

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

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

Текущий контроль успеваемости проводится в форме краткого теоретического опроса перед началом очередного занятия по теме предыдущего занятия. Кроме этого, формой текущего контроля является защита отчётов по лабораторным работам. Результаты текущего контроля успеваемости, определяют оценку по рубежному контролю.

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

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

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

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Промежуточная аттестация по данной дисциплине проходит в форме экзамена.

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