

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., доц.

(должность, уч. степень, звание)

Н.А. Овчинникова

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«29» мая 2023 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Авиационные и космические системы»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	25.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов
Наименование направленности	Техническое обслуживание и ремонт авионики
Форма обучения	очная


Санкт-Петербург– 2023

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Доцент, к.т.н., доцент

(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)

В.М. Ананенко

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«29» мая 2023 г, протокол № 9

Заведующий кафедрой № 13

к.т.н., доц.

(уч. степень, звание)


(подпись, дата)


Н.А. Овчинникова

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 25.03.02(01)

Старший преподаватель

(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)

Н.И. Ускова

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе

Старший преподаватель

(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)

В.Е. Таратун

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Авиационные и космические системы» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 25.03.02 «Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов» направленности «Техническое обслуживание и ремонт авионики». Дисциплина реализуется кафедрой «№13».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-5 «Способен проводить расчет и анализ показателей надежности авиационной техники и показателей эффективности технической эксплуатации летательных аппаратов»

ПК-14 «Способен вести производственно-техническую документацию и документацию установленной отчетности по утвержденным формам»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с видами, составом и функциональным назначением существующих авиационных и космических систем, алгоритмами исследований и анализом их системных свойств и функциональных проблем, прогнозом развития данных систем с постановкой функциональных и физико-технических задач для последующего структурного синтеза перспективных авиакосмических систем и комплексов.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является изучение видов, состава и функционального назначения существующих авиационных и космических систем, исследование и анализ их свойств, проблем функционирования, на основе навыков анализа авиационных и космических систем формирование у студентов компетенций построения прогноза развития данных систем, структурного синтеза перспективных авиакосмических систем и комплексов с постановкой функциональных и физико-технических задач.

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-5 Способен проводить расчет и анализ показателей надежности авиационной техники и показателей эффективности технической эксплуатации летательных аппаратов	ПК-5.У.1 уметь рассчитывать и анализировать показатели надежности авиационной техники и эффективности технической эксплуатации
Профессиональные компетенции	ПК-14 Способен вести производственно-техническую документацию и документацию установленной отчетности по утвержденным формам	ПК-14.3.1 знать производственно-техническую документацию по авиационной технике (наличие, состояние, движение, ресурсы, списание, отчетность) и правила и стандарты ее ведения

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Информатики»,
- «Физики»,
- «Химии»,
- «Информатики»,
- «Теоретической механики»,

- «Теории вероятностей и математической статистики»,
- «Материаловедения»,
- «Инженерной и компьютерной графики»,
- «Электротехники»,
- «Электроники».

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

- «Моделирование систем и процессов»,
- «Автоматика и управление»,
- «Динамика полета»,
- «Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы»,
- «Летательные аппараты и авиадвигатели»,
- «Бортовые цифровые вычислительные устройства и машины»,
- «Авиационные электрические машины»,
- «Дискретные информационно-измерительные системы»,
- «Техническая диагностика»,
- «САУ ЛА и их силовых установок»,
- «Основы технической эксплуатации»,
- «Пилотажно-навигационные комплексы»,
- «Бортовые вычислительные комплексы навигации»,
- «Микромеханические датчики авионики»,
- «Системы стабилизации, ориентации и навигации»,
- «Основы технической эксплуатации авиационных электросистем»,
- «Техническая эксплуатация авиационных двигателей»,
- «Системы 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
		№6
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	17	17
Аудиторные занятия, всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	74	74
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Зачет	Зачет

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 6					
Раздел 1. Структуры и классификация авиационных и космических систем. Тема 1.1. Понятие, виды и свойства систем. Общая теория систем. Тема 1.2. Функции, структуры и классификация авиационных и космических систем. Тема 1.3. Ракетные комплексы военного назначения.	3				
Раздел 2. Условия функционирования авиационных и космических систем. Тема 2.1. Физика атмосферы и геоинформационное поле. Тема 2.2. Условия функционирования космических аппаратов. Тема 2.3. Задачи космической баллистики и навигации.	3		8		
Раздел 3. Инженерный анализ авиационных систем. Тема 3.1. Виды летательных аппаратов. Конструкция самолетов и вертолетов. Тема 3.2. Двигатели самолетов и вертолетов. Тема 3.3. Функциональные и обеспечивающие системы летательных аппаратов. Тема 3.4. Бортовые системы летательных аппаратов. Авионика. Тема 3.5. Аэродромы и система управления воздушным движением. Тема 3.6. Авиационное вооружение и системы боевого управления.	6		9		
Раздел 4. Инженерный анализ космических систем. Тема 4.1. Характеристики ракет-носителей и ракетные двигатели. Тема 4.2. Конструкция космических аппаратов. Бортовые системы космических аппаратов. Тема 4.3. Ориентация и управление движением космических аппаратов. Внешне траекторные измерения. Тема 4.4. Спутниковые навигационные системы. Тема 4.5. Космодромы и инфраструктура космической отрасли.	5				
Итого в семестре:	17	0	17	0	74
Итого	17	0	17	0	74

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
Раздел 1. Структуры и классификация авиационных и космических систем.	
Тема 1.1.	Понятие, виды и свойства систем. Общая теория систем. Определение системы, окружающая среда, выделение системы из среды. Техническая система. Понятия, характеризующие систему: элементы, отношения, связи, взаимодействия, структура, состояние, движение, качество, свойство, показатель, критерий, устойчивость, эффективность. Основы оценки сложных систем. Основные типы шкал измерения. Структура системы с управлением. Подходы к исследованию систем управления. Системный подход, функционально-структурный подход. Ситуационный подход. Системотехника, исследование операций. Моделирование. Формирование облика системы. Проектирование большой системы. Испытания и ввод в эксплуатацию системы. Эксплуатация системы и управление в системе. Жизненный цикл системы.
Тема 1.2.	Функции, структуры и классификация авиационных и космических систем.
	Структура авиационной системы. ЛА - главный энергетический и вещественный элемент авиационной системы. Виды авиации. Структура государственной авиации. Структура авиации МО РФ. Виды и состав боевых авиационных комплексов. Структура Гражданской авиации. Коммерческие воздушные перевозки. Авиация общего назначения. Эксплуатанты. Авиатранспортная система. Дальнемагистральные, среднемагистральные и ближнемагистральные воздушные суда. Воздушное пространство. Государственное регулирование деятельности в области гражданской авиации. Авиационные системы. Авиатранспортные системы ГА. Структура космической системы. КА - главный элемент космической системы. Ракетно-космические системы. Авиакосмические системы. Космическая баллистика и навигация. Лунные экспедиции. Модульные РКС. КА дальнего космоса.
Тема 1.3.	Ракетные комплексы военного назначения.
	Ракетные комплексы РВСН наземного базирования: мобильные и шахтные. Ракетные комплексы морского базирования. Авиационные ударные комплексы. Комплексы ПВО. Крылатые ракеты. Управляемые авиационные ракеты. Комплексы РКО. Парадигма РКО. Состав комплексов РКО: СПРН, СККП, ПКО.
Раздел 2. Условия функционирования авиационных и космических систем.	
Тема 2.1.	Физика атмосферы и геоинформационное поле.

	<p>Физика атмосферы. Методы исследования в физике атмосферы. Вертикальное строение атмосферы. Горизонтальная неоднородность атмосферы. Понятие о воздушных массах и фронтах. Распределение давления в атмосфере. Основное уравнение статики атмосферы. Барометрические формулы. Полная барометрическая формула (формула Лапласа). Барическая ступень. Применение барических формул. Определение распределения атмосферного давления с высотой. Стандартная атмосфера. Геопотенциал. Абсолютная и относительная высота изобарических поверхностей. Барические системы. Основы термодинамики атмосферы. Радиационный режим атмосферы. Тепловое состояние земной поверхности и атмосферы. Водный режим атмосферы. Облака. Классификация облаков. Процессы осадкообразования. Классификация атмосферных осадков. Основы динамики атмосферы. Основные силы, действующие в атмосфере. Уравнения движения турбулентной атмосферы. Линии тока и траектории. Геоострофический ветер. Барический закон ветра. Изменение геоострофического ветра с высотой. Градиентный ветер в циклонах и антициклонах. Влияние трения на скорость и направление ветра в пограничном слое атмосферы. Геоинформационное поле. Земля как планета. Фигура Земли и ее движение. Гравитационное поле Земли. Магнитное поле Земли. Земные системы координат. Геодезические задачи на сфере и эллипсоиде. Авиационная картография.</p>
Тема 2.2.	Условия функционирования космических аппаратов.
	<p>Глубокий вакуум. Космическая радиация. Электромагнитная и корпускулярная радиация. Метеорная опасность. Контрастные тепловые режимы. Испарение конструкционных материалов, покрытий, смазок. Постоянное облако газа вокруг КА: испаряющийся материал, рабочее тело системы ориентации и стабилизации, выход воздуха из пористых материалов теплозащиты и конструкции. Статические и вибрационные перегрузки. Невесомость. Отсутствие свободной конвекции. Отсутствие смачиваемости, поверхностного натяжения. Смена гидродинамического трения сухим. Вероятность «холодной сварки».</p>
Тема 2.3.	Задачи космической баллистики и навигации.
	<p>Законы Кеплера. Закон всемирного тяготения. Задача трех тел. Описание движения космического аппарата по орбите, уравнения невозмущенного движения. Уравнения возмущенного движения. Связь между системами координат. Трасса спутника. Маневрирование. Характеристическая скорость. Типы орбит и классы решаемых задач. Требования к ракетам – носителям. Задача определения (оценивания) движения. Задача коррекции движения. Определение ориентации: углы Эйлера-Крылова, матрицы направляющих косинусов, кватернионы. Связь между параметрами ориентации. Кинематические уравнения.</p>

	Динамические уравнения Эйлера. Динамика углового движения космического аппарата с носимыми телами. Динамика углового движения с гибкими выносными элементами. Возмущающие моменты: внутренние, гравитационный, магнитный, аэродинамический, светового давления. Частные случаи динамических уравнений.
Раздел 3. Инженерный анализ авиационных систем.	
Тема 3.1.	Виды летательных аппаратов. Конструкция самолетов и вертолетов.
	Самолеты, планеры, вертолеты, автожиры, конвертопланы, винтокрылы, экранопланы, аппараты на воздушной подушке. Структура технического задания на проектирование. Диапазон высот и скоростей, дальность полета, полезная нагрузка, маневренные характеристики, экономические характеристики. Аэродинамический облик ЛА. Макроконструирование. Виды конструкций планера. Конструкция крыла, взлётно-посадочная механизация. Органы управления и системы управления. Конструкция взлетно-посадочных устройств. Электромагнитные ВПУ, ВПУ на воздушной подушке. Формула существования авиационных конструкций. Формирование КСС и ККС ЛА. Формирование массы элементов конструкции. Выбор материалов элементов конструкции. Масса для обеспечения надежности. Конструктивно-технологическая масса. Системы оборудования ЛА. Энергетические системы. Особенности конструирования вертолетов. Лопasti несущего винта. Втулки несущего винта, сферические эластомерные подшипники. Рулевые винты и кинематическая схема. Система механического управления вертолетом. Трансмиссия. Шасси вертолета. Фюзеляж, крыло вертолета. Обеспечение надежности и эксплуатационных характеристик ЛА. Группирование элементов конструкции по степени последствий отказа.
Тема 3.2.	Двигатели самолетов и вертолетов.
	Теория авиационных поршневых двигателей. Рабочий процесс. Наполнение, сжатие, сгорание. Состав смеси, опережение зажигания. Рабочий ход. Выпуск. Мощность, двигателя, к.п.д., удельный расход. Мощность трения, эффективная мощность, механический к.п.д. Индикаторная мощность, индикаторный к.п.д., Внешняя характеристика, винтовая характеристика, высотные характеристики. Цилиндро-поршневая группа. Коленчатый вал. Редуктор. Механизм газораспределения. Нагнетатель. Картер. Приводы агрегатов. Масляная система и суфлирование. Система питания топливом. Ускорительная система. Система останова. Карбюраторы с высотным корректором. Скоростной наддув. Подогрев воздуха перед карбюратором. Воздушные фильтры, топливные насосы. Система зажигания. Система запуска. Регуляторы оборотов и аппаратура управления винтом. Равновесные обороты. Самолетные агрегаты двигателя: гидронасос, вакуумнасос,

	<p>компрессор. Роторные авиационные двигатели. Авиационные дизельные двигатели. Двигатели беспилотных ЛА. Двигатели авиамоделей. Теория реактивных двигателей. Уменьшение тяги воздушного винта с увеличением скорости полета. Уравнение количества движения применительно к потоку газа. Уравнение моментов количества движения. Турбореактивные двигатели (ТРД). Тяга ТРД (формула Стечкина). Виды ГТД: ТРД, ТРДФ, ДТРД, ДТРЛФ, ТВД, ПТРД. К.п.д. ТРД. Удельные параметры ТРД. Термодинамические основы рабочих процессов в ТРД. Входные устройства ТРД. Сверхзвуковые входные устройства. Неустойчивые работа входных устройств (помпаж). Противопомпажные створки. Авиационные компрессоры. К.п.д. и мощность компрессора. Теория осевых компрессоров. План скоростей и внутренняя работа ступени. Понятие о сверхзвуковой ступени осевого компрессора. Теория центробежных компрессоров. Характеристики компрессоров. Универсальные характеристики. Подобные режимы. Приведенные параметры. Неустойчивая работа (помпаж) компрессора. Зуд компрессора. Способы предотвращения неустойчивой работы. Камеры сгорания. Особенности организации процесса сгорания. Основные параметры камер сгорания. Авиационные турбины. Принципы работы и устройства. Сопловой аппарат и степень турбины. Активная и реактивная турбины. Рабочие лопатки. К.п.д. и мощность турбины. Реактивное сопло. Понятие о реверсе тяги. Регулируемое сопло. Сверхзвуковое сопло. Управление вектором тяги. Форсажная камера. Форсирование ТРД впрыском охлаждающей жидкости. Форсирование сжиганием топлива за турбиной. Редукторы и приводы агрегатов ГТД. Роторы и силовые корпуса ГТД. Характерные сечения ТРД. Зависимость удельной тяги и экономичности двигателей от основных параметров рабочего процесса. Равновесные режимы ТРД. Влияние на режимы работы ТРД условий эксплуатации. Характеристики ТРД: скоростные высотные дроссельные. Параметры подобия. Особенности характеристик многовальных ТРД. Характеристики ДТРД. Программы регулирования ТРД. Переходные режимы и запуск. Работа топливной автоматики. Рост степени повышения давления за компрессором и температуры перед турбиной, рост КПД, рост отношения тяги к массе двигателя. Системы ГТД. Мощность, тяга и удельные параметры ТВД. Дроссельные, скоростные и высотные характеристики ТВД. Системы регулирования самолетных ТВД. Регулятор $n_v - const$. Воздушные винты изменяемого шага. Особенности систем управления и регулирования вертолетных ГТД. Программа набора мощности вертолетного ГТД. Реактивные двигатели для больших сверх- и гиперзвуковых скоростей полета.</p>
Тема 3.3.	Функциональные и обеспечивающие системы летательных аппаратов.

	<p>Системы оборудования ЛА. Состав и принципы действия современных систем оборудования. Применяемые материалы, особенности конструкции. Сравнение гидравлических, газовых и электромеханических систем по основным параметрам</p> <p>Функциональные системы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Системы управления. Виды, состав, принципы действия. Генезис и принципы ЭДСУ. 2. Гидравлическая система. Классификация потребителей гидросистем по последствиям отказа. Основные теплофизические свойства рабочих жидкостей авиационных гидросистем. Основные элементы и их конструкция. Источники питания. Взаимосвязи потребителей, компоновка ГС, резервирование. БСТО. 3. Электросистемы. Авиационные системы электроснабжения постоянного и переменного тока. Параметры авиационных электрических систем. Источники питания. Конструктивные особенности генераторов. Типы авиационных аккумуляторов. Авиационные электромеханические устройства. 4. Газовые системы. Назначение, состав, элементы, рабочие газы. 5. Топливные системы. Назначение, состав, Управляющие и исполнительные контуры. Обеспечивающие системы: 6. Противообледенительная система. Способы и физико-химические принципы защиты ЛА от обледенения. 7. Системы защиты ЛА от пожаров и взрывов. 8. Авиационные системы кондиционирования и регулирования давления воздуха в кабине. 9. Кислородная система. Назначение, состав, принцип действия. 10. Системы аварийного спасения экипажей. История развития, технические задачи, современные и перспективные средства спасения.
Тема 3.4.	Бортовые системы летательных аппаратов. Авионика.
	<p>Системы определения положения ЛА в пространстве. Гироскопы, авиагоризонты, инерциальные системы, датчики угловых скоростей. Системы координат. Курсовые системы. Системы стабилизации и автоматического управления ЛА. Радионавигационные системы. Системы дальней, ближней навигации, посадочные системы, автоматические радиоконпасы, пеленгаторы. Аппаратура взаимного определения координат. Назначение, состав, принципы действия. Авиационное радиосвязное оборудование. Радиолинии. Радиовысотомеры, доплеровские измерители угла сноса и скольжения. Бортовое радиолокационное оборудование. Принципы действия. Технология формирования равносигнальных зон. Линейное сканирование, коническое сканирование, фазированные антенные решетки. Самолетные ответчики, системы вторичной радиолокации. Аэрометрические приборы. Системы воздушных сигналов. Оптико-электронные приборы. Импульсная лазерная локация. Системы</p>

	<p>предупреждения о столкновении с земной поверхностью. Системы предупреждения об опасном сближении. Формирование информационного поля ЛА. Технологии интегрированной модульной аппаратуры (ИМА). Системы отображения информации: электромеханические, ЭЛТ, многофункциональные жидкокристаллические индикаторы. Системы отображения информации на лобовом стекле. Математическое обеспечение авионики.</p>
Тема 3.5.	Аэродромы и система управления воздушным движением.
	<p>Аэродромы и система управления воздушным движением. Использование воздушного пространства РФ. Государственное регулирование использования воздушного пространства. Организация воздушного движения. Вертикальное и продольное эшелонирование ВС. Госкорпорация ОрВД. Диспетчерское обслуживание ВД. Полетно-информационное обслуживание. Аварийное оповещение. Время при ОрВД. Вход в район аэродрома. Схемы воздушного движения в районе аэродрома. Безопасная высота в районе аэродрома. Сборники аэронавигационной информации АИР. Аэродромы. ВПП, рулежные дорожки, стоянки, центральные заправочные станции. Светотехническое оборудование. Кодово-неоновый светомаяк. Приводные радиостанции. Огни подхода. Радиотехнические системы посадки. Радиолокационные системы посадки. Схемы захода на посадку. Вектроение. Выход из района аэродрома. Зональные центры ОрВД. Воздушные трассы. ОПРС. Рубежи передачи управления. Управление по АЗН. Наземные РЛС.</p>
Тема 3.6.	Авиационное вооружение и системы боевого управления.
	<p>Виды авиационного вооружения. Управляемые ракеты «воздух-воздух». Задачи наведения: флюгерный метод, погони, пропорционального наведения, параллельного сближения. Кинематические связи цели и перехватчика (ракеты). Структура управляемой ракеты. Энергосистемы и системы управления. Головки самонаведения (координаторы) и их математические модели. Параметры и уравнения рассогласования. Построение области стрельбы УР. Теория воздушной стрельбы. Оптические прицелы: коллиматоры и автоматические стрелковые прицелы. Область стрельбы авиационного стрелково-пушечного вооружения. Неуправляемое ракетное вооружение. Управляемые ракеты «воздух-поверхность». Боевое применение средств поражения. Командные пункты, пункты управления ВКС. Методы наведения.</p>
Раздел 4. Инженерный анализ космических систем.	
Тема 4.1.	Характеристики ракет-носителей и ракетные двигатели.
	<p>Компоновочные схемы ракет с жидкостными двигателями. Конструктивно-силовые схемы ракет с жидкостными двигателями. Основные проектные параметры ракет. Определение исходных данных на пуск ракеты-носителя для выведения КА на заданную орбиту. Выбор компонентов</p>

	<p>топлива и размерности двигателей. Выбор компоновочной и конструктивно-силовой схемы многоразовых ЛА. Согласование характеристик двигательных установок ракетных блоков. Определение характеристик систем наддува ракетных блоков. Управление и регулирование двигательных установок ракетных блоков. Пневмогидравлические системы ракетных блоков с ЖРД. Конструктивно-технологические особенности узлов и агрегатов ЖРД. Общие методы теории и расчета ЖРД. Жидкие ракетные топлива. Ракетные двигатели на твердом топливе. Основы расчета заряда двигателя.</p>
Тема 4.2.	<p>Конструкция космических аппаратов. Бортовые системы космических аппаратов.</p>
	<p>Классификация космических аппаратов. Время существования КА аппарата на орбите. Разработка детального плана полета. Искусственные спутники Земли. Межпланетные космические станции. Пилотируемые космические корабли. Общие требования к конструктивно-компоновочным схемам и основным системам и агрегатам. Логика и технологии проектирования КА. Процесс проектирования КА. Модели КА: существования, возможности, движения, масс. Математическая модель КА. Логика автоматизированного проектирования. Конструкция отсеков. Герметизация отсеков. Типы герметичности стыков. Герметизация трубопроводов. Испытания на герметичность. Специальные консистентные смазки. Антифрикционные покрытия. Исключение трущихся пар в условиях вакуума. Модульный принцип компоновки. Моноблочная и свободная компоновки. Расчет распределения масс корпуса. Расчет жесткости корпуса. Монококовая (оболочковая) конструкция. Стержневая конструкция. Выбор геометрической формы корпуса. Выбор конструкционных материалов. Система ориентации и стабилизации. Система управления. Система терморегулирования. Система энергопитания. Расчет конструкции солнечных батарей. Бортовой радиотехнический комплекс. Двигательная установка. Оптико-электронные системы дистанционного зондирования.</p>
Тема 4.3.	<p>Ориентация и управление движением космических аппаратов. Внешне траекторные измерения.</p>
	<p>Виды космических аппаратов и их систем управления движением, краткий исторический обзор; пассивные и комбинированные системы ориентации (гравитационная стабилизация, аппараты стабилизированные вращением или содержащие быстровращающийся маховик, стабилизированные в магнитном поле). Определение ориентации: - с применением инфракрасных построителей местной вертикали (ИКПМВ) и измерителей угловой скорости (ИУС); - с применением астрокоординатора (блока определения</p>

	<p>координат звезд) и бесплатформенной инерциальной системы определения ориентации (БИСО) на базе измерителей угловой скорости (ИУС);</p> <ul style="list-style-type: none"> - по двум векторам; - использование систем спутниковой навигации. <p>Построение современных активных систем управления движением (СУД) космических аппаратов и их место в управлении космическими аппаратами; структурная СУД автоматизированные системы управления КА, бортовые комплексы управления, элементы современных систем управления: датчики и приборы используемые для определения ориентации и угловой скорости космических аппаратов, исполнительные органы: ракетные двигатели, исполнительные органы: двигатели-маховики, силовые гироскопы, электромагниты, бортовой вычислительный комплекс, программное обеспечение СУД; режимы и участки работы системы управления движением; приведение в ориентированное в ОСК положение, построение солнечной ориентации, программное движение, проведение маневра, управление в нештатных ситуациях. ВТИ орбит космических аппаратов. Радиотехнические и оптические измерения с определением геометрических и кинематических характеристик или временных сдвигов, отнесенных к фиксированным в пространстве точкам (базисы).</p> <p>Измеряемые параметры:</p> <ul style="list-style-type: none"> - наклонная дальность от измерительного пункта до КА; - радиальная скорость КА относительно измерительного пункта; - сумма или разность наклонных дальностей до КА с двух измерительных пунктов; - производные от суммы или разности наклонных дальностей до КА; - направляющие косинусы линии визирования КА, а также углы, определяющие ориентацию этой линии относительно направлений, неизменно связанных с поверхностью Земли (в частности относительно осей пунктовой системы координат); - угловые скорости линии визирования КА относительно указанных направлений; - углы линии визирования КА относительно направлений на звезды или планеты. - поверхность положения (координатная поверхность). <p>Технологические циклы баллистическо-навигационного обеспечения.</p>
Тема 4.4.	Спутниковые навигационные системы.
	<p>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</p>

	псевдодальностей и псевдодоплеровского смещения частот. Оценка точности координат. Перспективные задачи навигации и наведения ЛА на основе ГНСС технологий.
Тема 4.5.	Космодромы и инфраструктура космической отрасли.
	Космодромы и инфраструктура космической отрасли. Инфраструктура космодрома: стартовые комплексы различных категорий, пусковые установки, испытательные установки баллистических ракет, монтажно-испытательные корпуса; корпуса предстартовой подготовки; станции заправки ракет; измерительно-вычислительный центр; измерительный комплекс; кислородно-азотный производственный корпус; ТЭЦ; энергопоезд; узлы связи; аэродромы; локальная железнодорожная инфраструктура. Центр эксплуатации наземной космической инфраструктуры (ФГУП «ЦЭНКИ»), Метеорологический комплекс; Комплекс эксплуатации сетей связи и телекоммуникаций (КЭССТ). Конструктивные особенности стартового комплекса.

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 6				
1	Исследование характеристик ПВД в условиях схода потока	2	2	2
2	Исследование пограничного слоя. Расчет силы трения	2	2	2
3	Исследование отрывного обтекания тел	2	2	2
4	Определение аэродинамических несущих поверхностей.	2	2	2
5	Исследование аэрометрических приборов: барометрических высотомеров, указателей скорости.	2	2	3
6	Исследование системы «Гребень»	3	3	3
7	Исследование автомата углов атаки и	2	2	3

	перегрузок			
8	Исследование бортовой тахометрической аппаратуры.	2	2	3
Всего		17		

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 6, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	57	57
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	17	17
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		
Всего:	74	74

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 К86	Элементы конструкции основных частей ЛА. Г.С. Кудрявцев. 1977.	2
629 К63	Конструирование и проектирование несущих поверхностей ЛА. В.А. Комаров. Самара. 2002	2
629.7 А94	Афанасьев П.П. Летательные аппараты. 2002 г. МАИ.	2
629.7 К65	Конструкция и проектирование авиационных газотурбинных двигателей. С.А. Вьюнов; Ю.И. Гусев; А.В. Карпов. Машиностроение. 1989.	2

	Конструкция вертолетов. С.Н. Далин. С.В. Михеев. Москва. Изд. МАИ. 2001 г	2
	Вертолетные газотурбинные двигатели. Под. ред. Проф. В.А. Григорьева. Б.А. Пономарева. Москва. Машиностроение. 2007 г.	2

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://history.nasa.gov/diagrams/apollo.html	NASA
Favt.ru	Росавиация
Icao.int	ИКАО
Iata.org	ИАТА
Un.org	ИКАО
Khrunichev.ru	ФГУП им. Хруничева
Energia.ru	РКК «Энергия»
Ilyushin.org	ОАО «Ильюшин»
Tupolev.ru	ОАО «Туполев»
Klimov.ru	ОАО «Климов»
Npo-saturn.ru	НПО «Сатурн»
Umpo.ru	Уфимское моторостроительное объединение
Sukhoi.org	ОАО «Сухой»
Migavia.ru	РСК «МиГ»
Federalspace.ru	Роскосмос
Lufhansa.com	Люфганза
www.antonov.com	ПАО «Антонов»
lii.ru	ЛИИ им. Громова

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	Мультимедийная лекционная аудитория	13-04
2	Специализированная лаборатория «Аэродинамика и динамика полета», «Авиационные приборы и измерительно –информационные комплексы»	51-08

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
Зачет	Список вопросов.

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

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

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

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
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Определение системы, окружающая среда, выделение системы из среды. 2. Техническая система. 3. Системный подход, функционально - структурный подход. 4. Ситуационный подход. Системотехника, исследование операций. 5. Структура авиационной системы. ЛА - главный энергетический и вещественный элемент авиационной системы. 6. Структура космической системы. КА - главный элемент космической системы. 7. Методы исследования в физике атмосферы. Вертикальное строение атмосферы. 8. Барометрические формулы Полная барометрическая формула (формула Лапласа). 9. Определение распределения атмосферного давления с высотой. Стандартная атмосфера 10. Геопотенциал. Абсолютная и относительная высота изобарических поверхностей. Барические системы. 11. Основы динамики атмосферы. Основные силы, действующие в атмосфере Уравнения движения турбулентной атмосферы. 	ПК-5.У.1 ПК-14.3.1

	<p>12. Уравнения движения турбулентной атмосферы. Линии тока и траектории</p> <p>13. Гравитационное поле Земли. Магнитное поле Земли.</p> <p>14. Земные системы координат.</p> <p>15. Законы Кеплера и Закон всемирного тяготения</p> <p>16. Задача трех тел.</p> <p>17. Формула существования авиационных конструкций.</p> <p>18. Формирование КСС и ККС ЛА.</p> <p>19. Уравнение количества движения применительно к потоку газа.</p> <p>20. Теория осевых компрессоров.</p> <p>21. Авиационные турбины. Принципы работы и устройства.</p> <p>22. Активная и реактивная турбины.</p> <p>23. Характерные сечения ТРД.</p> <p>24. Виды ГТД: ТРД, ТРДФ, ДТРД, ДТРДФ, ТВД, ПТРД. К.п.д. ТРД.</p> <p>25. Характерные сечения ТРД. Зависимость удельной тяги и экономичности двигателей от основных параметров рабочего процесса.</p> <p>26. Характеристики ТРД: скоростные высотные дроссельные.</p> <p>27. Системы ГТД. Мощность, тяга и удельные параметры ТВД.</p> <p>28. Программы регулирования ГТД.</p> <p>29. Системы оборудования ЛА.</p> <p>30. Состав и принципы действия современных систем оборудования ЛА.</p> <p>31. Сравнение гидравлических, газовых и электромеханических систем по основным параметрам.</p> <p>32. Гироскопы, авиагоризонты, инерциальные системы, датчики угловых скоростей. Системы координат.</p> <p>33. Радиотехнические системы ближней навигации.</p> <p>34. Компонентные схемы ракет-носителей с жидкостными двигателями.</p> <p>35. Силовые схемы ракет-носителей с жидкостными двигателями. Основные проектные параметры ракет.</p> <p>36. Технологические циклы баллистическо-навигационного обеспечения</p> <p>37. Общие принципы построения глобальных спутниковых навигационных систем.</p> <p>38. ВТИ орбит космических аппаратов</p> <p>39. Инфраструктура космодрома</p>	
--	---	--

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

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 в современной аэрокосмической технике;
- демонстрация примеров решения конкретных задач по теме;
- обобщение изложенного материала;
- ответы на возникающие вопросы по теме лекции.

11.2. 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

Студенты делятся на подгруппы по 4-6 человека в каждой. Перед выполнением лабораторной работы подгруппа студентов получает задание и инструктаж по технике безопасности от преподавателя. Ввиду сложности оборудования лабораторные работы выполняются под наблюдением и руководством преподавателя.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Структура и форма отчета по лабораторной работе должны соответствовать требованиям нормативных документов ГУАП.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет должен содержать:

- наименование и цель работы,
- краткие теоретические сведения,
- схемы, графики,
- характеристики, параметры,
- анализ результатов и выводы.
- оформленный отчет подлежит защите на очередном занятии.

11.3. 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).

11.4. 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 осуществляется путем письменного опроса студентов после окончания изложения очередного раздела дисциплины. Результаты текущего контроля успеваемости учитываются на промежуточной аттестации как дополнительный критерий формирования итоговой аттестационной оценки.

Система оценок при проведении текущего контроля успеваемости 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».

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она проводится в форме зачета с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

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».

Промежуточная аттестация оценивается по результатам текущего контроля успеваемости. Список вопросов (таблица 16) к промежуточной аттестации утверждается кафедрой и выдается студентам для ознакомления. В случае, если студент по уважительной причине не выполнил требования текущего контроля, ему предоставляется возможность сдать задолженности по пропущенным темам. Форма проведения промежуточной аттестации – письменная.

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