

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Амурский государственный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УиНР

А.В. Лейфа

«1» сентября 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Основы теории полета

Направление подготовки: 24.03.01 «Ракетные комплексы и космонавтика»

Направленность (профиль) образовательной программы: Ракетно-космическая техника

Квалификация выпускника: бакалавр

Год набора: 2021

Форма обучения: очная

Курс 3 Семестр 6

Зачет 6 Семестр

Общая трудоемкость дисциплины 72 (акад. час.), 2 з.е.

Составитель: Соловьев В.В, доцент, канд. техн. наук

Факультет Инженерно-физический

Кафедра Стартовые и технические ракетные комплексы

2021 г.

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования для направления подготовки 24.03.01 «Ракетные комплексы и космонавтика», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 февраля 2018 года №71

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Стартовые и технические ракетные комплексы

« 01 » _____ сентября _____ 2021 г., протокол № 1

Зам. заведующего кафедрой _____  В.В. Соловьев

СОГЛАСОВАНО
Учебно-методическое управление

 Н.А. Чалкина

« 1 » _____ сентября _____ 2021 г.

СОГЛАСОВАНО
Выпускающая кафедра

 В.В. Соловьев

« 1 » _____ сентября _____ 2021 г.

СОГЛАСОВАНО
Директор научной библиотеки

 О.В. Петрович

« 1 » _____ сентября _____ 2021 г.

СОГЛАСОВАНО
Центр информационных и образовательных технологий

 А.А. Тодосейсук

« 1 » _____ сентября _____ 2021 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины - изучения теории движения и динамики полета, формирование представлений о возмущенном и невозмущенном движении космических аппаратов, традиционных и современных методах управления.

Задачи дисциплины:

1. подготовить студента к решению конкретных инженерных задач, возникающих при создании космических аппаратов.
2. дать представление о комплексном проектном подходе к разработке космических аппаратов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина относится к профессиональному циклу. Для освоения дисциплины необходимо изучить следующие предметы: высшую математику, общую физику, основы теории полета космических аппаратов.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ИНДИКАТОРА ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Категория общепрофессиональной компетенции	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Владение информационными технологиями	ОПК-2. Способен использовать современные информационные технологии для решения типовых задач по проектированию, конструированию, производству, испытанию и эксплуатации объектов профессиональной деятельности	ИД – 1 ОПК-2 Знать: - современные информационные технологии для решения типовых задач профессиональной деятельности. ИД – 2 ОПК-2 Уметь: - применять современные информационные технологии для решения типовых задач профессиональной деятельности. ИД – 3 ОПК-2 Владеть: - навыками использования информационных технологий для решения типовых задач профессиональных деятельности.

3.2 Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
ПК-1 Способен осуществлять проектирования, конструирования и сопровождения на всех этапах жизненного цикла КА, КС и составных частей	ИД – 1 ПК-1 Знать: - последовательность и содержание основных этапов проектирования КА и КС, ключевые требования массо-габаритного совершенства конструкции и надёжности. ИД – 2 ПК-1 Уметь: - разрабатывать проекты КА, КС и их составных частей, оформлять проектно-конструкторскую и рабоче-конструкторскую документацию ИД – 3 ПК-1. Владеть: - практическим опытом сопровождения процесса и испытания КА, КС и их составных частей, анализа и оценки их работы в процессе эксплуатации

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные ед., 72 академических часа

№ п/п	Тема, раздел дисциплины	Семестр	Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)			Самостоятельная работа (академических часах)	Формы текущего контроля успеваемости
			л	пз	кто		
1	Введение Математические модели движения	6	2	2		1,8	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе.
2	Невозмущенное движение в центральном поле	6	4	2		2	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе.
3	Расчет программных траекторий активных участков выведения на орбиту	6	4	1		2	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе.
4	Возмущенное движение ИСЗ	6	4	2		2	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе.
5	Спуск в атмосфере и посадка КА на Землю и планеты	6	4	1		2	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе.
6	Траектории полетов к Луне и межпланетные траекторин	6	4	2		2	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе.
7	Математические модели движения КА относительно центра масс	6	4	2		2	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе.
8	Задачи управления ориентацией КА.	6	2	1		2	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе.
9	Исполнительные органы системы ориентации и их характеристики	6	2	1		2	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе.
10	Динамика и управление ориентацией КА реактивными двигателями	6	2	1		2	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе.
11	Стабилизация КА с помощью электромеханических исполнительных органов	6	2	1		2	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе.
12	Зачет	6			0,2		
	Итого		34	16	0,2	21,8	

Л-лекции, ПЗ- практические занятия, КТО – контроль теоретического обучения

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Введение в предмет. Связь предмета с другими областями науки и техники.	Цель, предмет, задачи и структура предмета. Его связь с другими курсами. Современное состояние развития космонавтики.
2	Классификация космических аппаратов	Классификация КА по траекториям. Классификация КА по назначению. Классификация КА по обитаемости. Классификация КА по массе. Классификация КА по конструктивным признакам.
3	Состав космического аппарата и основные служебные системы	Состав космического аппарата: научная и служебная аппаратура. Система энергопитания. Система управления. Система ориентации и стабилизации. Система управления движением центра масс. Система терморегулирования. Система сбора научной информации.
4	Радиотелеметрическая система и бортовые антенны	Радиотелеметрическая система и бортовые антенны – примеры реализации и важность в системе построения космического аппарата.
5	Ориентация космического аппарата	Главные задачи и основные режимы ориентации. Пути решения некоторых задач ориентации. Возмущающие моменты. Солнечно-звездная ориентация.
6	Управление бортовыми системами космического аппарата	Понятие о логике работы и логике взаимодействия бортовых систем. Использование микропроцессорной техники.
7	Взаимодействие космических аппаратов	Сочетание бортовых и наземных средств управления. Взаимодействие космических аппаратов/
8	Обеспечение условий работы приборов и систем космического аппарата	Обеспечение заданных температур и принципы терморегулирования. Газовая среда в герметичных отсеках. Обеспечение работы системы управления ориентацией.
9	Основные требования к конструкции космического аппарата	Определения и основные требования к компоновке конструкции КА. Особенности разработки негерметичных отсеков. Внешняя компоновка космического аппарата. Определение сил и моментов от светового давления.
10	Постановка задачи о рациональном использовании космических аппаратов	Понятие о процессе проектирования. Вариант алгоритма рационального проектирования.
11	Унификация бортовых систем космического аппарата, как средство снижения затрат	Общий подход к решению задачи унификации. Математическая формулировка задачи. Варианты постановок задачи унификации. Применение метода неопределенных множителей Лагранжа.
12	Основные стадии и этапы создания наноспутников формата CubeSat	Научно-исследовательские работы; проектные стадии, включающие опытно-конструкторскую работу; производство изделий; эксплуатация изделий.

5.2 Практические занятия

№	Наименование темы	Содержание темы
1	Введение Математические модели движения	Описание математической модели движения
2	Невозмущенное движение в центральном поле	Изучение невозмущенного движения в центральном поле
3	Расчет программных траекторий активных участков выведения на орбиту	Изучение активных участков выведения на орбиту
4	Возмущенное движение ИСЗ	Описание возмущённого движения искусственного спутника Земли
5	Спуск в атмосфере и посадка КА на Землю и планеты	Изучение спуска в атмосфере различных планет на различных КА
6	Траектории полетов к Луне и межпланетные траектории	Изучение различных траекторий полета к Луне и межпланетные перелеты
7	Математические модели движения КА относительно центра масс	Описание математических моделей движения КА относительно центра масс
8	Задачи управления ориентацией КА.	Основные задачи управления ориентации КА
9	Исполнительные органы системы ориентации и их характеристики	Изучение основных исполнительных органов системы стабилизации и описание их характеристик
10	Динамика и управление ориентацией КА реактивными двигателями	Изучение динамики и управления ориентации КА реактивным двигателем
11	Стабилизация КА с помощью электромеханических исполнительных органов	Изучение стабилизации КА с помощью электромеханических исполнительных органов

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование Темы(раздела)	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоёмкость в акад. час
1	Введение Математические модели движения	Подготовка к практическим занятиям; изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку	1,8
2	Невозмущенное движение в центральном поле	Подготовка к практическим занятиям; изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку;	2
3	Расчет программных траекторий активных участков выведения на орбиту	Подготовка к практическим занятиям; изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку	2
4	Возмущенное движение ИСЗ	Подготовка к практическим занятиям; изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку	2
5	Спуск в атмосфере и посадка КА на Землю и планеты	Подготовка к практическим занятиям; изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку подготовка к практическим занятиям; изучение материала	2
6	Траектории полетов к Луне и межпланет-	Подготовка к практическим занятиям; изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку	2

№ п/п	Наименование Темы(раздела)	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоёмкость в акад. час
	ные траектории		
7	Математические модели движения КА относительно центра масс	Подготовка к практическим занятиям; изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку	2
8	Задачи управления ориентацией КА.	Подготовка к практическим занятиям; изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку	2
9	Исполнительные органы системы ориентации и их характеристики	Подготовка к практическим занятиям; изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку	2
10	Динамика и управление ориентацией КА реактивными двигателями	Подготовка к практическим занятиям; изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку	2
11	Стабилизация КА с помощью электро-механических исполнительных органов	Подготовка к практическим занятиям; изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку	2

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Интегральная модель образовательного процесса по дисциплине формируют технологии методологического уровня: технология поэтапного формирования умственных действий, технология развивающего обучения, элементы технологии развития критического мышления, самоуправление. На занятиях используются методы активного обучения, как «Проблемная лекция». Перед изучением модуля обозначается проблема, на решение которой будет направлен весь последующий материал модуля. При чтении лекции используются мультимедийные презентации. При выполнении практических работ используется прием интерактивного обучения «Кейс-метод»: студентам выдается задание для подготовки к выполнению работы; с преподавателем обсуждается цель работы и ход её выполнения; цель анализируется с разных точек зрения, выдвигаются гипотезы, делаются выводы, анализируются полученные результаты.

Рекомендуется использование информационных технологий при организации коммуникаций со студентами для предоставления информации, выдача рекомендаций и консультирования по оперативным вопросам (электронная почта).

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Вопросы к зачету:

1. Критерии классификация космических аппаратов.
2. Классификация космических аппаратов по траекториям.
3. Классификация космических аппаратов по назначению.
4. Классификация космических аппаратов по обитаемости.
5. Классификация космических аппаратов по массе.
6. Классификация космических аппаратов по конструктивным признакам.
7. Состав космического аппарата: система энергопитания.

8. Состав космического аппарата: система управления.
9. Состав космического аппарата: система ориентации и стабилизации.
10. Состав космического аппарата: система управления движением центра масс.
11. Состав космического аппарата: система терморегулирования.
12. Состав космического аппарата: система сбора научной информации.
13. Радиотелеметрическая система космического аппарата.
14. Бортовые антенны космического аппарата.
15. Управление бортовыми системами космического аппарата: понятие о логике работы и логике взаимодействия.
16. Ориентация космического аппарата.
 1. Обеспечение условий работы приборов и систем космического аппарата.
 2. Основные требования к конструкции космического аппарата.
 3. Особенности разработки негерметичных отсеков.
 4. Определение сил и моментов от светового давления.
 5. Внешняя компоновка космического аппарата.
 6. Проектирование космических аппаратов: основные стадии и этапы создания.
 7. Техническое задание на проектирование космического аппарата. Назначение, состав и структура.
 8. Техническое предложение.
 9. Назначение и состав эскизного проекта.
 10. Разработка рабочей документации.
 11. Изготовление и наземные испытания прототипа.
 12. Унификация бортовых систем космического аппарата, как средство снижения затрат.
 13. Математическая формулировка задачи унификации. Варианты постановок задачи унификации.
 14. Применение метода неопределенных множителей Лагранжа.
 15. Основные стадии и этапы создания наноспутников формата CubeSat.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература:

1. Введение в ракетно-космическую технику [Текст] : учеб. пособие / ред. Г. Г. Вокин. - М.: Вологда: Инфра-Инженерия, 2018. Т. 1: Общие сведения. Космодромы. Наземные средства контроля и управление ракетами и космическими аппаратами. Ракеты / А. П. Аверьянов [и др.]. - 2018. - 380 с.
2. Введение в ракетно-космическую технику [Текст] : учеб. пособие / ред. Г. Г. Вокин. - М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2018. Т. 2 : Космические аппараты и их системы. Проектирование и перспективы развития ракетно-космических систем / А. П. Аверьянов [и др.]. - 2018. - 444 с.
3. Саленко, С. Д. Динамика полета : учебное пособие / С. Д. Саленко, А. Д. Обуховский. — Новосибирск : НГТУ, [б. г.]. — Часть 2 : Устойчивость и управляемость лета-тельных аппаратов — 2015. — 128 с. — ISBN 978-5-7782-2707-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118183>
4. Шалыгин, А. С. Параметрические методы оптимизации в динамике полёта беспилотных летательных аппаратов : учебное пособие / А. С. Шалыгин, И. Л. Петрова, В. А. Саиников. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2010. — 126 с. — ISBN 978-5-85546-578-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/64107>
5. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах : учебное пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Легова. — 4-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 512 с.

— ISBN 978-5-8114-1887-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168850> (дата обращения: 01.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
1.	http://repo.ssau.ru	Репозиторий (электронный научный архив) создан для длительного хранения, накопления и обеспечения долговременного и надежного открытого доступа к результатам научных исследований университета. Используя репозиторий Самарского университета (до 2016 года – Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королева (национальный исследовательский университет) (СГАУ) и Самарский государственный университет (СамГУ)), можно получить доступ к монографиям, авторефератам, диссертациям, выпускным квалификационным работам, научным статьям, нормативным документам, справочным, учебным и методическим пособиям, аудио и видеоконтенту. В электронном каталоге репозитория размещены работы по техническим научным направлениям, связанным с аэрокосмической техникой, материалами и технологиями; двигателестроением, динамикой и виброакустикой машин; информатикой и фотоникой; фундаментальными исследованиями для перспективных технологий. Гуманитарные исследования представлены работами в области лингвистики, литературоведения, истории, охраны окружающей среды, математики, химии, физики и других наук. Возможен полнотекстовый поиск по автору, заглавию, дате публикации, предмету, типу документа, а также просмотр публикаций по структурным подразделениям университета.
2	http://www.iprbookshop.ru/	Электронно-библиотечная система IPRbooks – научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования.
3	http://www.e.lanbook.com	Электронная библиотечная система «Издательства Лань», тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки, химия
4	Операционная система MS Windows 10Education	Операционная система MS Windows 10 Education - DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 01 марта 2016 г.

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
5	7-Zip	Программа-архиватор, бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL http://www.7-zip.org/license.txt
6	LibreOffice	Пакет прикладных программ, бесплатное распространение по лицензии MozillaPublicLicenseVersion 2.0 http://www.libreoffice.org/download/license/

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	http://www.wiki-prom.ru/	Современная энциклопедия промышленности России.
2	http://gostexpert.ru	Единая база ГОСТов РФ по категориям Общероссийского Классификатора Стандартов.
3	http://www.ict.edu.ru/about	Информационно-коммуникационные технологии в образовании - федеральный образовательный портал.
4	http://www.multitran.ru/	Мультитран. Информационная справочная система «Электронные словари»
5	https://scholar.google.ru/	Google Scholar —поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, практических работ с лабораторным оборудованием, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета

На занятиях применяется следующее техническое оборудование: ПЭВМ на базе процессора Intel Pentium, проектор.