

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной работе

А.В. Лейфа

« 1 » сентября 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Основы теории полета

Специальность 24.05.01 -«Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»

Специализация образовательной программы - Эксплуатация стартовых и технических комплексов и систем жизнеобеспечения

Квалификация выпускника инженер

Год начала подготовки 2021

Форма обучения очная

Курс 3 Семестр 6

Экзамен 6 семестр

Общая трудоемкость дисциплины 108 (час.), 3 з.е.

Составитель Д.В. Фомин, канд. физ.-мат. наук, доцент

Факультет Инженерно-физический

Кафедра Стартовые и технические ракетные комплексы

2021 г.

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 24.05.01 – «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов», утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 12.08.2020 № 964

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры «Стартовые и технические ракетные комплексы»

« 1» сентября 2021 г., протокол № 1

Зам. заведующего кафедрой  В.В. Соловьев

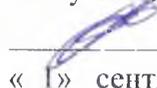
СОГЛАСОВАНО

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

 Тодосейчук А. А.
« 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 ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
ПК-1 Способен организовывать и контролировать выполнение работ на всех этапах эксплуатации комплексов и систем заправки РН, РБ и КА компонентами ракетного топлива	ИД – 1 ПК-1 Знать: - выполнение работ на всех этапах эксплуатации комплексов и систем заправки РН, РБ и КА компонентами ракетного топлива ИД – 2 ПК-1 Уметь: - организовывать и контролировать выполнение работ на всех этапах эксплуатации комплексов и систем заправки РН, РБ и КА компонентами ракетного топлива ИД – 3 ПК-1. Владеть: организацией и контролем выполнения работ на всех этапах эксплуатации комплексов и систем заправки РН, РБ и КА компонентами ракетного топлива

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные ед., 108 академических часа

№	Тема (раздел дисциплины)	Семестр	Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)				Контроль (академических часов)	Самостоятельная работа (академических часов)	Формы текущего контроля успеваемости
			Л	ЛР	ИКР	КЭ			
1	Введение Математические модели движения	6	2	2				3	Самостоятельная работа. Тест
2	Невозмущенное движение в центральном поле	6	4	2				3	Самостоятельная работа. Тест
3	Расчет программных траекторий активных участков выведения	6	4	1				3	Самостоятельная работа.

№	Тема (раздел дисциплины)	Семестр	Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)				Контроль (академических часах)	Самостоятельная работа (академических часах)	Формы текущего контроля успеваемости)
			Л	ЛР	ИКР	КЭ			
	на орбиту							Тест	
4	Возмущенное движение ИСЗ	6	4	2			3	Тест	
5	Спуск в атмосфере и посадка КА на Землю и планеты	6	4	1			3	Самостоятельная работа	
6	Траектории полетов к Луне и межпланетные траектории	6	4	2			3	Самостоятельная работа.	
7	Математические модели движения КА относительно центра масс	6	4	2			3	Самостоятельная работа. Тест	
8	Задачи управления ориентацией КА.	6	2	1			3	Защита КР	
9	Исполнительные органы системы ориентации и их характеристики	6	2	1			3	Самостоятельная работа. Тест	
10	Динамика и управление ориентацией КА реактивными двигателями	6	2	1			3	Самостоятельная работа. Тест	
11	Стабилизация КА с помощью электромеханических исполнительных органов	6	2	1			1	Самостоятельная работа. Тест	
13	Экзамен					0,3	26,7		
	Итого		34	16		0,3	26,7	31	

Л-лекции, ПЗ- практические занятия, ЛР – лабораторная работа, ИКР – иная контактная работа, КЭ – контроль на экзамене,

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 Лабораторные занятия

1. Преобразование систем координат
2. Расчет оптимальной программы выведения КА на орбиту максимальной энергии
3. Прогнозирование невозмущенного движения КА
4. Построение трассы и определение начальных условий движения
5. Компланарные маневры перехода между орбитами
6. Расчет времени существования КА на круговой орбите
7. Спуск КА в атмосфере планет с малым аэродинамическим качеством
8. Расчет режимов управления космическим аппаратом ДЗЗ при одноосной переориентации оптической оси

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	3
2	Невозмущенное движение в центральном поле	Подготовка к практическим занятиям; изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку;	3
3	Расчет программных траекторий активных участков выведения на орбиту	Подготовка к практическим занятиям; изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку	3
4	Возмущенное движение ИСЗ	Подготовка к практическим занятиям; изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку	3
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	3
6	Траектории полетов к Луне и межпланетные траектории	Подготовка к практическим занятиям; изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку	3
7	Математические модели движения КА относительно центра масс	Подготовка к практическим занятиям; изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку	3
8	Задачи управления ориентацией КА.	Подготовка к практическим занятиям; изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку	3
9	Исполнительные органы системы ориентации и их характеристики	Подготовка к практическим занятиям; изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку	3
10	Динамика и управление ориентацией КА реактивными двигателями	Подготовка к практическим занятиям; изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку	3
11	Стабилизация КА с	Подготовка к практическим занятиям; изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку	1

№ п/п	Наименование Темы(раздела)	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоём- кость в акад. час
	помощью электро- механических ис- полнительных орга- нов		

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 экзамену:

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.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература:

1. Куренков В. И. Основы устройства и моделирования целевого функционирования космических аппаратов наблюдения: учеб. пособие / В. И. Куренков, В. В. Салмин, Б. А. Абрамов - Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2006. - 296 с. : ил. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://repo.ssau.ru/handle/Uchebnye-posobiya/Osnovy-ustroistva-i-modelirovaniya-celevogo-funkcionirovaniya-kosmicheskikh-apparatov-nabludeniya-Elektronnyi-resurs-ucheb-posobie-54581>

2.. 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.

3. 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.

4. Динамика полета летательного аппарата: лабораторный практикум / сост.: В.М. Белоконов, И.Е. Давыдов, Б.А. Титов. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2008. – 30 с. <http://repo.ssau.ru/handle/Methodicheskie-ukazaniya/Dinamika-poleta-letatel'nogo-apparata-Elektronnyi-resurs-lab-praktikum-54033>

5. Динамика полета летательного аппарата: Лабораторный практикум / Самар. гос. аэрокосм. ун-т.; Сост. В.М. Белоконов, И.Е. Давыдов, Б.А. Титов. - Самара, 2007. 32с.— Режим доступа: <http://repo.ssau.ru/handle/Methodicheskie-ukazaniya/Dinamika-poleta-letatel'nogo-apparata-Elektronnyi-resurs-lab-praktikum-53960>

6. Лабораторный практикум по курсу "Динамика полета ракеты-носителя". Часть №2. Методические указания / Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Сост. В.М. Белоконов, И.Е. Давыдов, Б.А. Титов. Самара, 2001. - 32с.— Режим доступа: <http://repo.ssau.ru/handle/Methodicheskie-ukazaniya/Laboratornyi-praktikum-po-kursu-Dinamika-poleta-raketynositelya-Elektronnyi-resurs-metod-ukazaniya-Ch-2-53560>

7. Мантуров А М . Механика управления движением космических аппаратов: Учеб. пособие / Самар, гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 2003.-62 с. — Режим доступа: <http://repo.ssau.ru/handle/Uchebnye-posobiya/Mehanika-upravleniya-dvizheniem-kosmicheskikh-apparatov-Elektronnyi-resurs-ucheb-posobie-54493>

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 аэрокосмиче-

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
		ский 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	ЭБС ЮРАЙТ https://urait.ru	Фонд электронной библиотеки составляет более 4000 наименований и постоянно пополняется новинками, в большинстве своем это учебники и учебные пособия для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.
5	Операционная система MS Windows 10 Education	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.
6	7-Zip	Программа-архиватор, бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL http://www.7-zip.org/license.txt
7	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.kerc.msk.ru	Исследовательский центр им. М.В. Келдыша. На сайте в открытом доступе размещены полные тексты публикаций сотрудников центра, материалы конференций, патенты.
2	https://ecoruspace.me/	Космонавтика и авиация. Новости космонавтики. Запуски ракет. Характеристики спутников. Отказы ракетно-космической техники. Авиация. Промышленное производство. Рыночные исследования.
3	www.makeyev.ru	АО «Государственный ракетный центр им. академика В.П. Макеева»
4	www.vniiem.ru	АО «Научно-производственная корпорация «Космические системы мониторинга, информационно-управляющие и электромеханические системы имени А.Г. Иосифьяна»
5	www.laspacespace.ru	АО «НПО им. С.А. Лавочкина»
6	https://www.roscosmos.ru/	Сайт Госкорпорации "РОСКОСМОС"
7	http://www.russian.space/	ФГУП «Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры (ЦЭНКИ)»
8	http://arc.iki.rssi.ru/Welcome.html	Сайт Института Космических Исследований
9	https://www.energia.ru	Официальный сайт РКК ЭНЕРГИЯ им С. П. Королева

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.