

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной
работе

 Лейфа А.В. Лейфа

« 1 » сентября 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ»

Направление подготовки 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика

Направленность (профиль) образовательной программы – Ракетно-космическая техника

Квалификация выпускника – Бакалавр

Год набора – 2023

Форма обучения – Очная

Курс 2 Семестр 4

Зачет 4 сем

Общая трудоемкость дисциплины 72.0 (академ. час), 2.00 (з.е)

Составитель Ю.В. Рыдлевский, Ассистент,

Инженерно-физический факультет

Кафедра стартовых и технических ракетных комплексов

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 05.02.18 № 71

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры стартовых и технических ракетных комплексов

01.09.2023 г. , протокол № 1

Заведующий кафедрой Соловьев В.В. Соловьев

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Соловьев В.В. Соловьев

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

« 1 » сентября 2023 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Формирование у студентов систематизированных знаний в области научной и служебной аппаратуры космического аппарата, служебных систем, технических данных этих систем, принципов выбора их параметров и характеристик и связям с другими системами, траекторией и конструкцией аппарата. Понимание вопросов управления космическим аппаратом, отыскание наилучших способов управления им.

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 «Основы устройства летательных аппаратов» относится к профессиональному циклу дисциплин подготовки бакалавра по направлению 24.03.01 «Ракетные комплексы и космонавтика». 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 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 2.00 зачетных единицы, 72.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

| 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | | 5 | 6 | 7 |
|---|--|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|--|
| | | | 4.1 | 4.2 | 4.3 | 4.4 | 4.5 | 4.6 | 4.7 | 4.8 | 4.9 | | | |
| 1 | Модель космоса и атмосферы. Классификация ракет по различным признакам. | 4 | 1 | | 1 | | | | | | | | 3 | Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе. |
| 2 | Элементы теории ракетного движения. Внешние нагрузки, действующие на конструкцию ракеты. | 4 | 1 | | 1 | | | | | | | | 3 | Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе. |
| 3 | Система аварийного спасения. Системы отделения и стыковки. | 4 | 1 | | 1 | | | | | | | | 3 | Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе. |
| 4 | Понятие о компоновочной и конструктивно-силовой схеме РН | 4 | 1 | | 1 | | | | | | | | 3 | Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе. |
| 5 | Двигательные установки ракет и космических аппаратов | 4 | 1 | | 1 | | | | | | | | 3 | Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе. |
| 6 | Жидкостные ракетные двигательные установки | 4 | 1 | | 1 | | | | | | | | 3 | Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе. |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|--|---|---|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|--|------|--|
| 7 | Система наддува и дренажа. Система заправки компонентами топлива | 4 | 2 | | 1 | | | | | | | 3 | Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе. |
| 8 | Устройство и основные конструктивные элементы ракетного блока | 4 | 2 | | 1 | | | | | | | 3 | Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе. |
| 9 | Системы управления ракет. Бортовые вычислительные комплексы | 4 | 2 | | 2 | | | | | | | 3.8 | Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе. |
| 10 | Состав и назначение основных элементов систем разделения. Основы конструирования КА | 4 | 2 | | 2 | | | | | | | 3 | Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе. |
| 11 | Глубокий вакуум и его влияние на конструкцию КА. Космическая радиация и её источники | 4 | 2 | | 2 | | | | | | | 3 | Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе. |
| 12 | Системы энергопитания КА и РБ. Система обеспечения тепловых режимов | 4 | 2 | | 2 | | | | | | | 4 | Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе. |
| 13 | Зачет | 4 | | | | | | | 0.2 | | | | |
| | Итого | | | 18.0 | 16.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | | 37.8 | |

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Лекции

| № п/п | Наименование темы (раздела) | Содержание темы (раздела) |
|-------|---|---|
| 1 | Модель космоса и атмосферы. Классификация ракет по различным признакам. | Задачи и содержание курса. Основные понятия и определения. Модель космоса и атмосферы; основные характеристики околоземного и космического пространств. Физические условия космического полёта и их влияние на элементы |

| | | |
|----|--|---|
| | | конструкции и траектории ЛА. Одноступенчатые и многоступенчатые ракеты. Понятия о ракетном блоке и ракетной ступени. Инфраструктура современных ракетно-космических систем. |
| 2 | Элементы теории ракетного движения. Внешние нагрузки, действующие на конструкцию ракеты. | Основные законы реактивного движения. Внешние нагрузки, действующие на конструкцию ракеты. Тепловые режимы работы. |
| 3 | Система аварийного спасения. Системы отделения и стыковки. | Приборные, переходные отсеки, головные обтекатели. Двигательные отсеки. Система аварийного спасения. Системы отделения и стыковки |
| 4 | Понятие о компоновочной и конструктивно-силовой схеме РН | Понятие о компоновочной и конструктивно-силовой схеме РН. Функциональный состав систем управления БР и РН. Исполнительные органы управления РН и их характеристики. Бортовые вычислительные комплексы. Возможности современных систем управления РН. |
| 5 | Двигательные установки ракет и космических аппаратов | Классификация ракетных двигателей. Основные типы двигательных установок РН. Области применения. Устройство и основные элементы прямоточных, турбореактивных и комбинированных двигательных установок. |
| 6 | Жидкостные ракетные двигательные установки | Жидкие ракетные топлива. Энергетические и массовые характеристики. Области применения. Особенности использования криогенных компонентов |
| 7 | Система наддува и дренажа. Система заправки компонентами топлива | Принципы устройства ЖРДУ. Система питания и управления ЖРДУ. Вытеснительная и турбонасосная система подачи компонентов топлива. Система заправки компонентами топлива. Классификация топливных отсеков. Внутрибаковое устройство и основные конструктивные элементы. Механизм горения твердотопливного заряда, выбор профиля горения и формы заряда. Особенности запуска и останова двигателя на твёрдом топливе, способы отсечки тяги. |
| 8 | Устройство и основные конструктивные элементы ракетного блока | Основы конструирования КА. Химические источники, фотоэлектрические, термоэлектрические, термоэлектронные и ядерные (изотопные и реакторные) энергетические установки КА |
| 9 | Системы управления ракет. Бортовые вычислительные комплексы | Ракетный комплекс и космодром. |
| 10 | Состав и назначение основных элементов систем разделения. Основы конструирования КА | Особенности функционирования систем разделения: "горячий" и "холодный" способ разделения ступеней |

| | | |
|----|--|---|
| 11 | Глубокий вакуум и его влияние на конструкцию КА. Космическая радиация и её источники | Тепловые потоки, воздействующие на КА. Пассивные системы и их характеристики. Активные системы и их характеристики |
| 12 | Системы энергопитания КА и РБ. Система обеспечения тепловых режимов | Система обеспечения жизнедеятельности. Система бортового радиокомплекса. Система ориентации и управления движением КА |

5.2. Практические занятия

| Наименование темы | Содержание темы |
|--|---|
| Модель космоса и атмосферы. Классификация ракет по различным признакам. | Радиосистемы управления, электронавигационные системы. Состав систем и требования, предъявляемые к их элементам. |
| Элементы теории ракетного движения. Внешние нагрузки, действующие на конструкцию ракеты. | Приборы систем ориентации и стабилизации. Области применения систем. |
| Система аварийного спасения. Системы отделения и стыковки. | Назначение и классификация СА. Тепловые и силовые нагрузки, действующие на СА при входе в атмосферу |
| Понятие о компоновочной и конструктивно- силовой схеме РН. | Тепловая защита СА (аккумулирующая, радиационная, разрушающая тепловая защита). |
| Двигательные установки ракет и космических аппаратов. | Центр управления полетов (ЦУП). Пункты слежения |
| Жидкостные ракетные двигательные установки. | Глубокий вакуум и его влияние на конструкцию КА, его системы и конструкционные материалы |
| Система наддува и дренажа. Система заправки компонентами топлива. | Космическая радиация и её источники. Влияние на конструкцию КА, его системы и конструкционные материалы. |
| Устройство и основные конструктивные элементы ракетного блока. | Влияние невесомости на конструктивную компоновку КА |
| Системы управления ракет. Бортовые вычислительные комплексы. | Магнитогидродинамические генераторы. Области применения систем энергопитания различных типов КА и РБ и конструкция систем энергопитания |
| Состав и назначение основных элементов систем разделения. Основы конструирования КА. | Комбинированные многоконтурные системы терморегулирования |
| Глубокий вакуум и его влияние на конструкцию КА. Космическая радиация и её источники. | Управление движением СА. |
| Системы энергопитания КА и РБ. Система обеспечения тепловых режимов. | Микрометеорная опасность и защита от неё |

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

| № п/п | Наименование темы (раздела) | Содержание темы (раздела) | Трудоемкость в академических часах |
|-------|--|---|------------------------------------|
| 1 | Модель космоса и атмосферы. Классификация ракет по различным признакам. | Подготовка отчета к выполнению практической работы № 1, конспект по теме, подготовка к защите работы | 3 |
| 2 | Элементы теории ракетного движения. Внешние нагрузки, действующие на конструкцию ракеты. | Подготовка отчета к выполнению практической работы № 2, конспект по теме, подготовка к защите работы | 3 |
| 3 | Система аварийного спасения. Системы отделения и стыковки. | Подготовка отчета к выполнению практической работы № 3, конспект по теме, подготовка к защите работы | 3 |
| 4 | Понятие о компоновочной и конструктивно-силовой схеме РН | Подготовка отчета к выполнению практической работы № 4, конспект по теме, подготовка к защите работы | 3 |
| 5 | Двигательные установки ракет и космических аппаратов | Подготовка отчета к выполнению практической работы № 5 конспект по теме, подготовка к защите работы | 3 |
| 6 | Жидкостные ракетные двигательные установки | Подготовка отчета к выполнению практической работы № 6, конспект по теме, подготовка к защите работы | 3 |
| 7 | Система наддува и дренажа. Система заправки компонентами топлива | Подготовка отчета к выполнению практической работы № 7, конспект по теме, подготовка к защите работы | 3 |
| 8 | Устройство и основные конструктивные элементы ракетного блока | Подготовка отчета к выполнению практической работы № 8, конспект по теме, подготовка к защите работы | 3 |
| 9 | Системы управления ракет. Бортовые вычислительные комплексы | Подготовка отчета к выполнению практической работы № 9, конспект по теме, подготовка к защите работы | 3.8 |
| 10 | Состав и назначение основных элементов систем разделения. Основы конструирования КА | Подготовка отчета к выполнению практической работы № 10, конспект по теме, подготовка к защите работы | 3 |
| 11 | Глубокий вакуум и | Подготовка отчета к выполнению | 3 |

| | | | |
|----|---|---|---|
| | его влияние на конструкцию КА. Космическая радиация и её источники | практической работы № 11, конспект по теме, подготовка к защите работы | |
| 12 | Системы энергопитания КА и РБ. Система обеспечения тепловых режимов | Подготовка отчета к выполнению практической работы № 12, конспект по теме, подготовка к защите работы | 4 |

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. Одноступенчатые и многоступенчатые ракеты.
2. Понятия о ракетном блоке и ракетной ступени.
3. Специфические условия функционирования космических аппаратов в околоземном пространстве.
4. Анализ внешних и внутренних тепловых потоков, действующих на космический аппарат в околоземном пространстве.
5. Состав и характеристики отдельных элементов систем обеспечения тепловых режимов КА.
6. Основной состав систем жизнеобеспечения пилотируемых КА. Примеры.
7. Состав и назначение бортовых радиотехнических систем.
8. Назначение заборных устройств РТС и космических аппаратов. Примеры конструктивных решений.
9. Основные типы чувствительных датчиков, используемых в системах ориентации и управления движением КА.
10. Особенности системы теплозащиты спускаемых аппаратов. Примеры.
11. Внешние и внутренние тепловые потоки, действующие на космические аппараты, состав и характеристики отдельных составляющих.
12. Исполнительные органы управления РТС и КА. Классификация. Примеры.
13. Классификация и основные бортовые системы космических аппаратов.
14. Конструктивные особенности спускаемых аппаратов. Примеры.
15. Ракетно-космический комплекс. Ракетно-космическая система.
16. Инфраструктура современных и перспективных РТС.
17. Состав и функциональное назначение основных элементов наземного комплекса управления космических аппаратов.
18. Массово-энергетические соотношения для одноступенчатой ракеты.

19. Конечная скорость и конечная дальность многоступенчатой ракеты. Анализ основных потерь скорости.
20. Компоновочные и конструктивно-силовые схемы РТС.
21. Летно-технические характеристики ракет-носителей, основные проектные параметры и критерии эффективности ракет-носителей.
22. Понятие перегрузки. Влияние перегрузки на режимы движения и выбор силовой схемы РТС.
23. Системы разделения ступеней ракеты. Особенности «горячего» и «холодного» разделения. Примеры.
24. Классификация и основные конструктивные элементы топливных отсеков ракетных блоков с жидкостными ракетными двигателями.
25. Особенности продольного и поперечного разделения.
26. Системы ориентации, стабилизации и управления движением ЛА различного назначения. Состав и основные принципы работы.
27. Ракетные топлива. Сравнительные характеристики
28. Основные характеристики и агрегаты жидкостных ракетных двигателей.
29. Классификация ракетных двигателей по принципу действия и видам топлива.
30. Классификация систем подачи топлива ЖРДУ. Примеры.
31. Особенности систем обеспечения тепловых режимов пилотируемых аппаратов. Пример.
32. Система ориентации и управления движением КА.
33. Тяга, удельная тяга, удельный импульс ракетного двигателя. Анализ формулы тяги.
34. Система энергоснабжения КЛА. Состав и назначение основных элементов.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература

1. Введение в ракетно-космическую технику. Т.1. Общие сведения. Космодромы. Наземные средства контроля и управления ракетами и космическими аппаратами. Ракеты : учебное пособие в двух томах / А. П. Аверьянов, Л. Г. Азаренко, Г. Г. Вокин [и др.]. — 2-е изд. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 380 с. — ISBN 978-5-9729-0683-3 (т.1), 978-5-9729-0682-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115226.html> (дата обращения: 27.04.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Введение в ракетно-космическую технику. Т.2. Космические аппараты и их системы. Проектирование и перспективы развития ракетно-космических систем : учебное пособие в двух томах / А. П. Аверьянов, Л. Г. Азаренко, Г. Г. Вокин [и др.]. — 2-е изд. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 444 с. — ISBN 978-5-9729-0684-0 (т.2), 978-5-9729-0682-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115227.html> (дата обращения: 27.04.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Основы теории построения корабельных комплексов крылатых ракет : учебное пособие / С. В. Васильев, К. Н. Дюдяев, А. В. Петрушин, А. Г. Селезнёв. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2019 — Часть 1 : Устройство ракет и пусковых установок — 2019. — 80 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157072> (дата обращения: 27.04.2023).
4. Основы теории построения корабельных комплексов крылатых ракет : учебное пособие / С. В. Васильев, К. Н. Дюдяев, А. В. Петрушин, А. Г. Селезнёв. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2020 — Часть 2 : Устройство и функционирование бортовой аппаратуры системы управления комплексов крылатых ракет — 2020. — 99 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/172205> (дата обращения: 27.04.2023).

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

| № | Наименование | Описание |
|---|---|---|
| 1 | Операционная система Linux | GNU-лицензия (GNU General Public License) |
| 2 | http://www.e.lanbook.com | Электронная библиотечная система «Издательства Лань», тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки, химия |

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| № | Наименование | Описание |
|---|--|--|
| 1 | www.makeyev.ru | АО «Государственный ракетный центр им. академика В.П. Макеева» |
| 2 | www.laspace.ru | АО «НПО им. С.А. Лавочкина» |

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