

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 Юнаков Л. П.
 (подпись) ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ ПОЛЕТА КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

| | |
|---|--|
| Направление/специальность подготовки | 24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники |
| Специализация/профиль/программа подготовки | Проектная баллистика ракет и космических систем |
| Уровень высшего образования | Специалитет |
| Форма обучения | Очная |
| Факультет | А Ракетно-космической техники |
| Выпускающая кафедра | А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ |
| Кафедра-разработчик рабочей программы | А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ |

| КУРС | СЕМЕСТР | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ) | ЧАСЫ (по наличию видов занятий) | | | | | | | | | ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ |
|-------|---------|---|---------------------------------|--------------------|--------|---------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|
| | | | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ | АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ | | | | САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА | | | | |
| | | | | ВСЕГО | ЛЕКЦИИ | ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ | ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ | ВСЕГО | КУРСОВОЙ ПРОЕКТ | КУРСОВАЯ РАБОТА | ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ | |
| 4 | 8 | 3 | 108 | 51 | 34 | 0 | 17 | 57 | 0 | 0 | 57 | экз. |
| 5 | 9 | 3 | 108 | 51 | 34 | 0 | 17 | 57 | 0 | 0 | 57 | диф. зач. |
| ВСЕГО | | 6 | 216 | 102 | 68 | 0 | 34 | 114 | 0 | 0 | 114 | |

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Сизова Анастасия Александровна, к.т.н., доцент

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Толпегин О.А., д.т.н., проф.

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Толпегин О.А., д.т.н., проф.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ ПОЛЕТА КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

| |
|--|
| ОПК-5 — способность проводить системный и критический анализ мировых достижений в области ракетостроения и космической техники, тенденций развития навигационно-баллистического обеспечения применения космической техники |
| ПСК-2 — способность разрабатывать методики исследования баллистических и динамических характеристик при моделировании траекторий полетов |

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-5

знания:

- знать назначение, области применения и задачи систем управления космических аппаратов различных типов;
- знать состав и особенности построения и применения математических моделей космических аппаратов различных типов;
- знать принципы формирования законов управления и стабилизации космических аппаратов различных типов;

умения:

- уметь использовать методы математического моделирования движения объектов космической и ракетной техники;
- уметь разрабатывать и использовать математические модели движения космических аппаратов в различных системах координат с учетом различных возмущающих факторов;
- уметь выбрать и конкретизировать соответствующую задаче исследования модель управляемого движения космических аппаратов, уметь использовать методические приемы упрощения моделей движения космических аппаратов;

навыки:

- использования методов анализа движения и управления движением космических аппаратов, построения траекторий космических аппаратов;
- построения оптимальной траектории и расчета основных характеристик маневра космического аппарата;
- решения краевых и оптимизационных задач теории полета ракет и космических аппаратов.

ПСК-2

знания:

- знать теорию невозмущенного и возмущенного движения ракет и космических аппаратов, краевые задачи баллистики, задачи оптимизации траекторий КА;
- знать основные понятия теории полета космических летательных аппаратов;
- знать методы наведения космических аппаратов различных типов;
- знать типовые траектории космических аппаратов различных типов;
- знать назначение, области применения и задачи систем управления космических аппаратов различных типов;

умения:

- уметь использовать методы математического моделирования движения объектов космической и ракетной техники;
- уметь разрабатывать и использовать математические модели движения космических аппаратов в различных системах координат с учетом различных возмущающих факторов;
- уметь выбрать и конкретизировать соответствующую задаче исследования модель управляемого движения КА, уметь использовать методические приемы упрощения моделей движения КА;

навыки:

- использования методов анализа движения и управления движением космических аппаратов, построения траекторий космических аппаратов;
- построения оптимальной траектории и расчета основных характеристик маневра космического аппарата;
- решения краевых и оптимизационных задач теории полета ракет и космических аппаратов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕОРИЯ ПОЛЕТА КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.05.04 *Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, ДИНАМИКА ДВИЖЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, ОСНОВЫ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ В БАЛЛИСТИКЕ, СИСТЕМЫ НАВЕДЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, навыки теоретического и экспериментального исследования для решения различных задач профессиональной деятельности
- ОПК-6 — Способен разрабатывать физические и математические модели объектов космических и ракетно-транспортных систем, и процессов их управления
- ПСК-2 — Способен разрабатывать методики исследования баллистических и динамических характеристик при моделировании траекторий полетов
- ПСК-3 — Способен проводить анализ летно-технических характеристик ЛА
- ПСК-4 — Способен определять назначения системы управления БПЛА
- ПСК-5 — Способен разрабатывать структуры систем управления БПЛА
- ПСК-6 — Способен разрабатывать и исследовать алгоритмы функционирования системы управления БПЛА

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

| КУРС | СЕМЕСТР | Наименование разделов и дидактических единиц | ВСЕГО | Аудиторные занятия в контактной форме | | | Самостоятельная работа студентов | Формируемая компетенция, % | |
|---------------------|---------|---|-------|---------------------------------------|--------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|-------|
| | | | | ВСЕГО | Лекции | Практические занятия | | ОПК-5 | ПСК-2 |
| | | | | | | | | | |
| 4 | 8 | Раздел 1. Основные понятия механики космического полета. Невозмущенное движение космических аппаратов (КА). 1.1 Предмет курса. Задачи, решаемые в курсе. Условия космического полета. 1.2. Характеристика невозмущенной орбиты. Системы координат, используемые при описании движения КА. Координаты и составляющие скорости КЛА. Система кеплеровских элементов орбиты. 1.3. Определение орбит КЛА. Понятие сферы действия притягивающего центра. | 32 | 12 | 8 | 4 | 20 | 15 | 15 |
| 4 | 8 | Раздел 2. Возмущенное движение КА. Метод оскулирующих элементов орбиты. 2.1. Основные возмущающие факторы, действующие на КА в полете. Сравнительная оценка влияния этих факторов. 2.2. Система уравнений для определения оскулирующих элементов орбиты. Метод конечных разностей для оценки изменений оскулирующих элементов. Вековые и периодические возмущения элементов орбиты. 2.3. Оценка влияния сжатия земного эллипсоида и сопротивления атмосферы на отклонение параметров орбиты. Время существования ИСЗ. 2.4. Трасса ИСЗ. Характер трассы, построение трассы. | 31 | 16 | 10 | 6 | 15 | 15 | 15 |
| 4 | 8 | Раздел 3. Орбитальные маневры КА. 3.1. Виды и общая характеристика маневров орбитального перехода и коррекции параметров орбиты. Основной вид маневра. Понятие характеристической скорости. 3.2. Изменение элементов орбиты при импульсном управлении. 3.3. Компланарные межорбитальные переходы. Гомановский и би-эллиптический компланарные переходы между круговыми орбитами. 3.4. Некомпланарный межорбитальный переход. | 29 | 14 | 10 | 4 | 15 | 15 | 15 |
| 4 | 8 | Раздел 4. Межпланетные полеты. 4.1. Методические аспекты расчета траекторий межпланетных перелетов. Расчет гелиоцентрического участка. 4.2. Геоцентрический участок траектории. 4.3. Движение КА в грависфере планеты-назначения. 4.4. Оптимизации схемы межпланетных перелетов. Окна запуска. | 16 | 9 | 6 | 3 | 7 | 10 | 10 |
| Всего за 8 семестр | | | 108 | 51 | 34 | 17 | 57 | 55 | 55 |
| 5 | 9 | Раздел 5. Маневры КА с малой тягой. 1.1. Математическая модель движения КА с двигателем малой тяги 1.2. Исследование движения КА при простых законах управления вектором тяги. 1. 2.1. Трансверсальная тяга 1.2.2. Нормальная тяга. | 24 | 9 | 6 | 3 | 15 | 10 | 10 |
| 5 | 9 | Раздел 6. Сближение космических аппаратов. 2.1. Маневры сближения и встречи на орбите. 2.2. Дальнее наведение. Фазирующие орбиты. 2.3. Уравнения относительного движения транспортного КА и орбитальной станции. 2.4. Методы ближнего наведения. | 25 | 10 | 8 | 2 | 15 | 10 | 10 |
| 5 | 9 | Раздел 7. Ориентация КА. 3.1. Формулировка задачи ориентации КА. Уравнения движения КА относительно центра масс. 3.2. Моменты сил, действующие на КА. 3.3. Методы и системы пассивной стабилизации. 3.4. Управление движением КА относительно центра масс. | 29 | 14 | 8 | 6 | 15 | 10 | 10 |
| 5 | 9 | Раздел 8. Спуск КА с орбиты. 3.1. Классификация режимов спуска. Внеатмосферный участок спуска. Участок основного аэродинамического торможения. Участок мягкой посадки на Землю. 3.2. Принципы синтеза систем управления спуском (СУС). 3.3. Спуск КА с межпланетной орбиты. | 20 | 12 | 8 | 4 | 8 | 10 | 10 |
| 5 | 9 | Раздел 9. Расчет движения КА относительно наземных пунктов. 4.1 Зона радиовидимости. 4.2 Освещенность КА и подспутниковых точек. | 10 | 6 | 4 | 2 | 4 | 5 | 5 |
| Всего за 9 семестр | | | 108 | 51 | 34 | 17 | 57 | 45 | 45 |
| Всего по дисциплине | | | 216 | 102 | 68 | 34 | 114 | 100 | 100 |

3.2. Аудиторный практикум

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины | Тема практического занятия | Объем, ауд. часов |
|-------|---|--|-------------------|
| 1 | Раздел 1. Основные понятия механики космического полета. Невозмущенное движение космических аппаратов (КА). | Определение орбиты межпланетного перелета методом Ламберта-Эйлера. | 4 |
| 2 | Раздел 2. Возмущенное движение КА. Метод оскулирующих элементов орбиты. | Построение трассы ИСЗ, в случае околокруговой орбиты. Исследование влияния периода обращения ИСЗ и угла наклона плоскости орбиты на характер трассы. | 6 |
| 3 | Раздел 3. Орбитальные маневры КА. | Оптимальное преследование маневрирующей цели КА в гравитационном поле Земли. | 2 |
| 4 | | Переход между некомпланарными круговыми | 2 |

| | | | |
|---------------------------|---|--|----|
| | | орбитами различных радиусов. | |
| 5 | Раздел 4. Межпланетные полеты. | Сущность гравитационного эффекта и его использование в межпланетных перелетах | 3 |
| Всего за 8 семестр | | | 17 |
| 6 | Раздел 5. Маневры КА с малой тягой. | Межорбитальный переход с малой тягой. Решение задачи оптимального управления о межорбитальном переходе за минимальное время. | 2 |
| 7 | | Построение траектории маневра между некомпланарными орбитами. | 1 |
| 8 | Раздел 6. Сближение космических аппаратов. | Оптимизация траекторий сближения. | 2 |
| 9 | Раздел 7. Ориентация КА. | Возмущающие моменты, действующие на КА произвольной формы. Оценка относительного влияния моментов различных сил. | 2 |
| 10 | | Управление движением КА вокруг центра масс с использованием двигателей-маховиков | 2 |
| 11 | | Управление движением КА вокруг центра масс реактивными двигателями ориентации | 2 |
| 12 | Раздел 8. Спуск КА с орбиты. | Определение оптимальной траектории управляемого спуска ИСЗ в атмосфере Земли. | 4 |
| 13 | Раздел 9. Расчет движения КА относительно наземных пунктов. | Зона обзора КА на поверхности Земли | 2 |
| Всего за 9 семестр | | | 17 |

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины | Содержание учебного задания | Объем, часов |
|---------------------------|---|---|--------------|
| 1 | Раздел 1. Основные понятия механики космического полета. Невозмущенное движение космических аппаратов (КА). | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчетов по практическим работам. | 20 |
| 2 | Раздел 2. Возмущенное движение КА. Метод оскулирующих элементов орбиты. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчетов по практическим работам. | 15 |
| 3 | Раздел 3. Орбитальные маневры КА. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчетов по практическим работам. | 15 |
| 4 | Раздел 4. Межпланетные полеты. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчетов по практическим работам. | 7 |
| Всего за 8 семестр | | | 57 |
| 5 | Раздел 5. Маневры КА с малой тягой. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчетов по практическим работам. | 15 |
| 6 | Раздел 6. Сближение космических аппаратов. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. | 15 |
| 7 | Раздел 7. Ориентация КА. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и | 15 |

| | | | |
|---------------------------|---|---|-----------|
| | | рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчетов по практическим работам. | |
| 8 | Раздел 8. Спуск КА с орбиты. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчетов по практическим работам. | 8 |
| 9 | Раздел 9. Расчет движения КА относительно наземных пунктов. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. | 4 |
| Всего за 9 семестр | | | 57 |

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| СЕМЕСТР | НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------------|---|---|------------|----|---|------|---|------------|----|------------|----|------------|----|------|----|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 8 | | | | Отч. по ПЗ | ДР | | | | Отч. по ПЗ | ДР | | | Отч. по ПЗ | | ТекК | ДР | |
| 9 | | | | Отч. по ПЗ | ДР | | ТекК | | | ДР | Отч. по ПЗ | | Отч. по ПЗ | | ТекК | ДР | диф. зач. |

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы для текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен;
- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. С. Шалыгин, В. А. Санников, И. Л. Петрова. . Баллистика космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, эл. рес.
2. А. С. Шалыгин, В. А. Санников, И. Л. Петрова. . Баллистика и динамика космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, эл. рес.
3. А. С. Шалыгин, В. А. Санников, И. Л. Петрова. . Навигация и наведение космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
4. Е. А. Микрин, М. В. Михайлов. . Ориентация, выведение, сближение и спуск космических аппаратов по измерениям от глобальных спутниковых навигационных систем. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017, 20 экз.
5. Е. А. Микрин, М. В. Михайлов. Ориентация, выведение, сближение и спуск космических аппаратов по измерениям от глобальных спутниковых навигационных систем. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017, эл. рес.
6. Е. А. Микрин, Ф. В. Звягин. . Введение в механику полёта и управление космическими аппаратами. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020, 20 экз.
7. Е. А. Микрин, Ф. В. Звягин. . Введение в механику полёта и управление космическими аппаратами. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020, эл. рес.
8. Н. М. Иванов, Л. Н. Лысенко. Баллистика и навигация космических аппаратов. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2016, эл. рес.
9. Н. М. Иванов, Л. Н. Лысенко. . Баллистика и навигация космических аппаратов. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016, 30 экз.
10. О. А. Толпегин. . Специальные задачи управления полётом летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1993, 95 экз.
11. О. А. Толпегин. . Дифференциально-игровые методы управления движением беспилотных летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, эл. рес.
12. Ю. Г. Сихарулидзе. . Баллистика и наведение летательных аппаратов. М.: Лаборатория знаний, 2020, эл. рес.
13. Ю. Г. Сихарулидзе. . Баллистика и наведение летательных аппаратов. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
3. <https://ibooks.ru/> - Электронно-библиотечная система ibooks.ru;
4. <https://repository.library.voenmeh.ru/jspui/> — Репозиторий библиотеки "БГТУ" ВОЕНМЕХ им. Д.Ф. Устинова: Главная страница — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
5. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
6. <https://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов..

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Matlab 2015a SP1.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Matlab 2015a SP1.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ТЕОРИЯ ПОЛЕТА КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-5 способность проводить системный и критический анализ мировых достижений в области ракетостроения и космической техники, тенденций развития навигационно-баллистического обеспечения применения космической техники;

ПСК-2 способность разрабатывать методики исследования баллистических и динамических характеристик при моделировании траекторий полетов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с реализацией космического полета: 1) нахождение параметров траектории космического аппарата (КА) по заданным характеристикам и программе движения (основная задача); 2) проектирование траектории КА; 3) анализ влияния характеристик КА на его траекторию; 4) анализ влияния возмущающих факторов на траекторию КА; 5) анализ качества управления; 6) синтез оптимального управления движением КА.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы для текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен;
- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **6 з.е., 216 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**68 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**114 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 ч., из них 102 ч. аудиторных занятий, и 114 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

| Наименование работы | Рекомендуемая литература | Трудоемкость, час. |
|---|---|--------------------|
| Раздел 1. Основные понятия механики космического полета. Невозмущенное движение космических аппаратов (КА). | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчетов по практическим работам. | <p>Е. А. Микрин, Ф. В. Звягин. . Введение в механику полёта и управление космическими аппаратами: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020 (2-5)</p> <p>О. А. Толпегин. . Специальные задачи управления полётом летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1993 (1)</p> <p>Н. М. Иванов, Л. Н. Лысенко. Баллистика и навигация космических аппаратов: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2016 (1,2,5)</p> <p>Н. М. Иванов, Л. Н. Лысенко. . Баллистика и навигация космических аппаратов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016 (1,2,5)</p> <p>А. С. Шалыгин, В. А. Санников, И. Л. Петрова. . Баллистика космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (1-4)</p> <p>Е. А. Микрин, Ф. В. Звягин. . Введение в механику полёта и управление космическими аппаратами: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020 (2-5)</p> | 20 |
| Итого по разделу 1 | | 20 |
| Раздел 2. Возмущенное движение КА. Метод оскулирующих элементов орбиты. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчетов по практическим работам. | <p>А. С. Шалыгин, В. А. Санников, И. Л. Петрова. . Баллистика космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (5,6)</p> <p>Н. М. Иванов, Л. Н. Лысенко. Баллистика и навигация космических аппаратов: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2016 (3)</p> | 15 |
| Итого по разделу 2 | | 15 |
| Раздел 3. Орбитальные маневры КА. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. | <p>Ю. Г. Сихарулидзе. . Баллистика и наведение летательных аппаратов: М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013 (4,5)</p> <p>Н. М. Иванов, Л. Н. Лысенко. Баллистика и</p> | 15 |

| | | |
|---|---|----|
| Оформление отчетов по практическим работам. | <p>навигация космических аппаратов: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2016 (10,11,13)</p> <p>О. А. Толпегин. . Специальные задачи управления полётом летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1993 (2)</p> <p>А. С. Шалыгин, В. А. Санников, И. Л. Петрова. . Баллистика и динамика космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (7-9)</p> <p>Е. А. Микрин, Ф. В. Звягин. . Введение в механику полёта и управление космическими аппаратами: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020 (6-8)</p> <p>О. А. Толпегин. . Дифференциально-игровые методы управления движением беспилотных летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (4)</p> | |
| Итого по разделу 3 | | 15 |
| Раздел 4. Межпланетные полеты. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчетов по практическим работам. | <p>Ю. Г. Сихарулидзе. . Баллистика и наведение летательных аппаратов: М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013 (5)</p> <p>Н. М. Иванов, Л. Н. Лысенко. Баллистика и навигация космических аппаратов: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2016 (4)</p> <p>А. С. Шалыгин, В. А. Санников, И. Л. Петрова. . Навигация и наведение космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1)</p> <p>Е. А. Микрин, Ф. В. Звягин. . Введение в механику полёта и управление космическими аппаратами: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020 (8)</p> <p>А. С. Шалыгин, В. А. Санников, И. Л. Петрова. . Баллистика и динамика космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (9)</p> | 7 |
| Итого по разделу 4 | | 7 |
| Раздел 5. Маневры КА с малой тягой. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчетов по практическим работам. | <p>Е. А. Микрин, Ф. В. Звягин. . Введение в механику полёта и управление космическими аппаратами: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020 (6)</p> <p>Н. М. Иванов, Л. Н. Лысенко. Баллистика и навигация космических аппаратов: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2016 (10,11,13)</p> | 15 |
| Итого по разделу 5 | | 15 |
| Раздел 6. Сближение космических аппаратов. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. | <p>Ю. Г. Сихарулидзе. . Баллистика и наведение летательных аппаратов: М.: Лаборатория знаний, 2020 (4)</p> <p>А. С. Шалыгин, В. А. Санников, И. Л. Петрова. . Баллистика и динамика космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (8)</p> <p>Е. А. Микрин, Ф. В. Звягин. . Введение в механику полёта и управление космическими</p> | 15 |

| | | |
|---|--|----|
| | аппаратами: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020 (7) | |
| Итого по разделу 6 | | 15 |
| Раздел 7. Ориентация КА. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчетов по практическим работам. | Е. А. Микрин, М. В. Михайлов. . Ориентация, выведение, сближение и спуск космических аппаратов по измерениям от глобальных спутниковых навигационных систем: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017 (2) Е. А. Микрин, М. В. Михайлов. Ориентация, выведение, сближение и спуск космических аппаратов по измерениям от глобальных спутниковых навигационных систем: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017 (2) | 15 |
| Итого по разделу 7 | | 15 |
| Раздел 8. Спуск КА с орбиты. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчетов по практическим работам. | Ю. Г. Сихарулидзе. . Баллистика и наведение летательных аппаратов: М.: Лаборатория знаний, 2020 (6) А. С. Шальгин, В. А. Санников, И. Л. Петрова. . Навигация и наведение космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1) Н. М. Иванов, Л. Н. Лысенко. Баллистика и навигация космических аппаратов: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2016 (14) Е. А. Микрин, Ф. В. Звягин. . Введение в механику полёта и управление космическими аппаратами: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020 (10) О. А. Толпегин. . Специальные задачи управления полётом летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1993 (3) | 8 |
| Итого по разделу 8 | | 8 |
| Раздел 9. Расчет движения КА относительно наземных пунктов. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. | Н. М. Иванов, Л. Н. Лысенко. Баллистика и навигация космических аппаратов: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2016 (8) | 4 |
| Итого по разделу 9 | | 4 |

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- отчет по практическому заданию;
- вопросы для текущего контроля;
- экзамен;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Отчет по практическому заданию

Комплект практических заданий входит в состав УМК дисциплины. Практическое задание (ПЗ) считается выполненным, если студент полностью выполнил все пункты ПЗ.

Отчет по практическому заданию представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по практической работе. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненному заданию и ответов на вопросы преподавателя.

При оформлении практических заданий требуется руководствоваться следующими рекомендациями:

-В начале описательной части отчета излагается содержание, приводятся схема, математическая модель, исходные данные для расчетного варианта, метод решения.

-Все вычисления проводятся подробно, сопровождаясь необходимыми пояснениями. Все вычисления заносятся в таблицы.

-Табличные данные представляются также в виде графиков, условные обозначения и размерности откладываемых по осям величин указываются в принятых по ГОСТ сокращениях.

-При выполнении расчетов с использованием ЭВМ нужно обязательно приводить распечатки (листинг) программ.

-По каждому ПЗ студент должен представить выводы на основании выполненных расчетов.

Студент обязан выполнять все ПЗ в срок и сдавать их преподавателю согласно графику мероприятий межсессионного контроля.

В случае, если оформление отчета соответствует указанным требованиям, и студент ответил на все вопросы преподавателя по теме ПЗ, студент получает максимальное количество баллов (5).

Основаниями для снижения количества баллов являются:

- небрежное выполнение отчета по ПЗ,
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках),
- ответы не на все вопросы преподавателя по теме ПЗ.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала.

Вопросы для текущего контроля

Студенту предлагается 3 вопроса по результатам прохождения раздела, на которые необходимо дать правильный ответ. Вопросы текущего контроля приведены в УМК дисциплины.

Экзамен

Промежуточный контроль по дисциплине проходит в форме экзамена.

Экзаменационный билет включает в себя 2 теоретических вопроса. Вопросы к экзамену приведены в УМК дисциплины.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он полностью ответил на вопросы экзаменационного билета и правильно ответил на 3 вопроса по содержанию курса.
- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он не полностью ответил на вопросы

- экзаменационного билета и правильно ответил хотя бы на 1 вопрос по содержанию курса.
- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он не ответил ни на один вопрос экзаменационного билета.
 - во всех других случаях обучающемуся выставляется оценка «удовлетворительно».

Дифференцированный зачет

Промежуточный контроль по дисциплине проходит в форме дифференцированного зачета. Необходимо ответить на 2 теоретических вопроса. Вопросы к дифференцированному зачету приведены в УМК дисциплины.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено-отлично» выставляется обучающемуся, если он полностью ответил на 2 теоретических вопроса и правильно ответил на 3 дополнительных вопроса по содержанию курса.
- оценка «зачтено-хорошо» выставляется обучающемуся, если он не полностью ответил на 2 теоретических вопроса и правильно ответил хотя бы на 1 дополнительный вопрос по содержанию курса.
- оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если он не ответил ни на один теоретический вопрос.
- во всех других случаях обучающемуся выставляется оценка «зачтено-удовлетворительно».

Паспорт фонда оценочных средств

| КУРС | СЕМЕСТР | Наименование разделов и дидактических единиц | ВСЕГО | Аудиторные занятия в контактной форме | | | Самостоятельная работа студентов | Формируемая компетенция, % | | НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА |
|---------------------|---------|---|-------|---------------------------------------|--------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|-------|-------------------------------------|
| | | | | ВСЕГО | Лекции | Практические занятия | | ОПК-5 | ПСК-2 | |
| | | | | | | | | | | |
| 4 | 8 | Раздел 1. Основные понятия механики космического полета. Невозмущенное движение космических аппаратов (КА). | 32 | 12 | 8 | 4 | 20 | 15 | 15 | Отчет по практическому заданию |
| 4 | 8 | Раздел 2. Возмущенное движение КА. Метод оскулирующих элементов орбиты. | 31 | 16 | 10 | 6 | 15 | 15 | 15 | Отчет по практическому заданию |
| 4 | 8 | Раздел 3. Орбитальные маневры КА. | 29 | 14 | 10 | 4 | 15 | 15 | 15 | Отчет по практическому заданию |
| 4 | 8 | Раздел 4. Межпланетные полеты. | 16 | 9 | 6 | 3 | 7 | 10 | 10 | Вопросы для текущего контроля |
| Всего за 8 семестр | | | 108 | 51 | 34 | 17 | 57 | 55 | 55 | |
| 5 | 9 | Раздел 5. Маневры КА с малой тягой. | 24 | 9 | 6 | 3 | 15 | 10 | 10 | Отчет по практическому заданию |
| 5 | 9 | Раздел 6. Сближение космических аппаратов. | 25 | 10 | 8 | 2 | 15 | 10 | 10 | Вопросы для текущего контроля |
| 5 | 9 | Раздел 7. Ориентация КА. | 29 | 14 | 8 | 6 | 15 | 10 | 10 | Отчет по практическому заданию |
| 5 | 9 | Раздел 8. Спуск КА с орбиты. | 20 | 12 | 8 | 4 | 8 | 10 | 10 | Отчет по практическому заданию |
| 5 | 9 | Раздел 9. Расчет движения КА относительно наземных пунктов. | 10 | 6 | 4 | 2 | 4 | 5 | 5 | Вопросы для текущего контроля |
| Всего за 9 семестр | | | 108 | 51 | 34 | 17 | 57 | 45 | 45 | |
| Всего по дисциплине | | | 216 | 102 | 68 | 34 | 114 | 100 | 100 | |

Критерии оценивания

ОПК-5

Вопросы открытого типа:

- № 1 Каким методом определяется орбита КА по двум фиксированным положениям и времени перелета между ними?
- № 2 Куда направлен вектор Лапласа?
- № 3 Куда направлен вектор постоянной площадей?
- № 4 Перечислите все основные возмущающие факторы, влияющие на орбиту КА в сфере действия Земли.
- № 5 В чем заключается идея метода оскулирующих элементов?
- № 6 Что характерно для процесса ориентации в космосе?
- № 7 Дайте определение понятию стабилизация КА.
- № 8 Дайте определение понятию ориентация КА.
- № 9 Какие устройства используют активные системы ориентации КА?
- № 10 Работа пассивных систем ориентации КА основана на использовании.....(ЧЕГО?)

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Какая система координат используется в задачах определения положения КА относительно Земли?
 - А) Геоцентрическая эклиптическая;
 - В) Геоцентрическая перицентральная;
 - С) Гринвичская;
 - Д) Орбитальная;
- № 2 Какая система координат используется для анализа траекторий межпланетных перелетов и орбит небесных тел?
 - А) Геоцентрическая эклиптическая;
 - В) Геоцентрическая перицентральная;
 - С) Геоцентрическая экваториальная;
 - Д) Гелиоцентрическая эклиптическая;
 - Е) Орбитальная
- № 3 Какая система координат используется для анализа движения ИСЗ, осуществляющих перелет между орбитами, а также межпланетных КА в окрестностях Земли?
 - А) Геоцентрическая эклиптическая;
 - В) Геоцентрическая перицентральная;
 - С) Геоцентрическая экваториальная;
 - Д) Гелиоцентрическая эклиптическая;
 - Е) Орбитальная
- № 4 Какая система координат связана с плоскостью идеальной орбиты?
 - А) Геоцентрическая эклиптическая;
 - В) Геоцентрическая перицентральная;
 - С) Геоцентрическая экваториальная;
 - Д) Гелиоцентрическая эклиптическая;
 - Е) Орбитальная

- № 5 Какой первый интеграл уравнений невозмущенного движения представляет собой неизменную удвоенную секториальную скорость?
- А) Интеграл Кеплера;
 - В) Интеграл Лапласа;
 - С) Интеграл площадей;
 - Д) Интеграл моментов количества движения;
 - Е) Интеграл энергии
- № 6 Какими двигателями создается малая тяга?
- А) твердотопливными;
 - В) электрореактивными;
 - С) воздушно-реактивными;
 - Д) ионными;
 - Е) плазменными.
- № 7 Основным преимуществом двигателя малой тяги перед реактивным двигателем является:
- А) увеличенные запасы топлива;
 - В) простота эксплуатации;
 - С) более высокие значения удельного импульса тяги;
 - Д) большая мощность;
 - Е) быстроедействие
- № 8 При использовании трансверсальной тяги изменяются:
- А) Наклонение орбиты;
 - В) Фокальный параметр;
 - С) Эксцентриситет орбиты;
 - Д) Долгота восходящего узла орбиты;
 - Е) Аргумент перицентра
- № 9 При использовании тяги, направленной по нормали к радиусу-вектору, изменяются:
- А) Наклонение орбиты;
 - В) Фокальный параметр;
 - С) Эксцентриситет орбиты;
 - Д) Долгота восходящего узла орбиты;
 - Е) Аргумент перицентра
- № 10 Какие законы управления обеспечивают минимальное время набора параболической скорости у планеты? (с использованием двигателя малой тяги)
- А) Трансверсальный закон управления;
 - В) Радиальный закон управления;
 - С) Тангенциальный закон управления;

Д) Нормальный закон управления;

Е) Закон управления с переключением трансверсального и нормального ускорений в зависимости от значения аргумента широты

ПСК-2

Вопросы открытого типа:

- № 1 Форма трассы спутника описывается зависимостью (КАКОЙ?) на развертке поверхности Земли.
- № 2 На каких высотах главным возмущающим фактором влияющим на орбиту КА является аэродинамическое торможение?
- № 3 На каких высотах главными возмущающими факторами влияющими на орбиту КА являются аэродинамическое торможение и возмущения от несферичности Земли?
- № 4 На каких высотах главным возмущающим фактором влияющим на орбиту КА является возмущение от несферичности Земли?
- № 5 Какие основные возмущающие факторы следует учитывать при расчете движения КА на высотах 20000-50000 км?
- № 6 Какие основные возмущающие факторы следует учитывать при расчете движения КА на высотах свыше 50000 км?
- № 7 Что такое аэродинамическое качество?
- № 8 Спуск КА в атмосфере называется баллистическим, если аэродинамическое качество
- № 9 Спуск называется планирующим, если аэродинамическое качество
- № 10 Спуск называется скользящим, если аэродинамическое качество

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Система уравнений невозмущенного движения КА имеет следующие первые интегралы:
- А) Интеграл площадей;
- В) Интеграл Кеплера;
- С) Интеграл энергии;
- Д) Интеграл Лапласа;
- Е) Интеграл скоростей
- № 2 Укажите допущения, принимаемые в задаче 3х тел:
- А) Движение всех 3х тел происходит в одной плоскости.
- В) Гравитирующее ускорение тела большей массы принимается возмущающим.
- С) Притягивающее тело меньшей массы движется относительно тела с большей массы по круговой орбите.
- Д) Движение происходит только под действием силы гравитационного притяжения.
- Е) КА рассматривается как точка, которая притягивается к гравитирующему телу, но сама не притягивает.
- № 3 Что такое трасса спутника?
- А) Трасса спутника - это видимый с Земли участок орбиты спутника;
- В) Трасса спутника – это совокупность положений спутника относительно Солнца;
- С) Трасса спутника - это совокупность проекций спутника на поверхность Земли;
- Д) Трасса спутника – это требуемое положение орбиты спутника, необходимое для выполнения заданной функции
- № 4 Для каких спутников трасса напоминает синусоиду?
- А) Такая трасса характерна для синхронных спутников;

- В) Для спутников с низкими круговыми орбитами и периодом обращения существенно меньше 24 ч;
- С) Такая трасса характерна для прямых спутников;
- № 5 D) Такая трасса характерна для спутников с периодом обращения больше 24 ч.
Трасса каких спутников имеет форму восьмерки?
- А) Такая трасса характерна для суточных спутников с круговыми орбитами и наклонением отличным от 0;
- В) Такая трасса характерна для спутников с периодом обращения кратным звездным суткам;
- С) Такая трасса характерна для синхронных спутников;
- № 6 D) Такая трасса характерна для прямых спутников.
Трасса каких спутников вырождается в точку на экваторе?
- А) Такая трасса характерна для спутников с периодом обращения кратным звездным суткам;
- В) Такая трасса характерна для стационарных спутников;
- С) Такая трасса характерна для прямых спутников;
- № 7 D) Такая трасса характерна для суточных спутников с круговыми орбитами и наклонением отличным от 0.
Максимальная эффективность метода оскулирующих элементов достигается в том случае:
- А) Когда возмущающие силы существенно меньше силы тяготения основного притягивающего центра;
- В) Когда действие основных возмущающих факторов имеет примерно один порядок, т.е. нет одного превалирующего возмущающего фактора;
- С) Когда действие одного из возмущающих факторов превалирует над другими;
- № 8 D) Когда при интегрировании системы уравнений, описывающей изменение кеплеровских элементов орбиты, шаг выбирается как можно меньше
Укажите методы построения системы управления спуском космического аппарата:
- А) Построение с использованием заранее рассчитанных программных зависимостей;
- В) С использованием методов наведения двухточечного типа;
- С) С использованием методов наведения трехточечного типа;
- Д) С прогнозированием точки посадки;
- № 9 Е) Смешанного типа
Спуск КА с постоянным значением коэффициента аэродинамического качества требует
- А) Переменного угла наклона траектории;
- В) Постоянного угла наклона траектории;
- С) Малых углов наклона траектории;
- № 10 Д) Больших углов наклона траектории
По характеру управления режимы спуска делятся на:

- A) Управление в процессе спуска углом атаки аппарата
- B) Управление в процессе спуска углом крена
- C) Комбинированное управление
- D) Управление в процессе спуска углом тангажа аппарата