

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ДИНАМИКА КОСМИЧЕСКИХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Направление/специальность подготовки	24.05.06 Системы управления летательными аппаратами
Специализация/профиль/программа подготовки	Системы управления беспилотными летательными аппаратами
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЁТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЁТОМ 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.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.05.06 Системы управления летательными аппаратами

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

ДИНАМИКА КОСМИЧЕСКИХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ 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-8 — способность проводить динамические расчеты систем управления летательными аппаратами, применять методики математического и полунатурного моделирования динамических систем "подвижный объект - система управления (система ориентации, стабилизации, навигации, управления движением)"

ПСК-2.1 — Способность к проведению научных исследований и разработке проектных решений в области динамики и систем управления БПЛА

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-8

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-2.1

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 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.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ДИНАМИКА КОСМИЧЕСКИХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.06 Системы управления летательными аппаратами*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, ДИНАМИКА ПОЛЕТА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ, ПАКЕТЫ ПРИКЛАДНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ ПРОГРАММ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ИГРОВЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ, БАЛЛИСТИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ДИНАМИКЕ ПОЛЕТА, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности, для решения инженерных задач
- ПК-94 — способен к управлению информацией и данными, поиску источников информации и данных, восприятию, анализу, запоминанию и передаче информации с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач
- ПК-95 — способен к критическому мышлению в цифровой среде, оценке информации, ее достоверности, построению логических умозаключений на основании поступающих информации и данных
- ПСК-2.2 — Способность к разработке методик исследования баллистических и динамических характеристик при моделировании траекторий полетов
- ПСК-2.6 — Способность к разработке и исследованию алгоритмов функционирования системы управления БПЛА

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 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-8	ПСК-2.1
4	8	Раздел 1. Основные понятия механики космического полета. Невозмущенное движение космических аппаратов. 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	25	25
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	25	25
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	25	25
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. Оптимизация схемы межпланетных перелетов. Окна запуска.	16	9	6	3	7	25	25
Всего за 8 семестр			108	51	34	17	57	100	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	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.	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.	Переход между некомпланарными круговыми орбитами различных радиусов.	2
4		Оптимальное преследование маневрирующей цели КА в гравитационном поле Земли.	2
5	Раздел 4. Межпланетные полеты.	Сущность гравитационного эффекта и его использование в межпланетных перелетах	3
Всего за 8 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	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой	20

	движение космических аппаратов.	литературе. Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчетов по практическим работам.	
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

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	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- ТекК – вопросы для текущего 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.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. С. Шалыгин, В. А. Санников, И. Л. Петрова. . Баллистика и динамика космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, эл. рес.
2. А. С. Шалыгин, В. А. Санников, И. Л. Петрова. . Баллистика космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, 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, Ф. В. Звягин. . Введение в механику полёта и управление космическими аппаратами. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020, эл. рес.
5. Н. М. Иванов, Л. Н. Лысенко. Баллистика и навигация космических аппаратов. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2016, эл. рес.
6. О. А. Толпегин. Специальные задачи управления полётом летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1993, 95 экз.
7. О. А. Толпегин. . Дифференциально-игровые методы управления движением беспилотных летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, эл. рес.
8. О. А. Толпегин. . Специальные задачи управления полётом летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1993, 95 экз.
9. Ю. Г. Сихарулидзе. . Баллистика и наведение летательных аппаратов. М.: Лаборатория знаний, 2020, 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. <https://ura.it.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
2. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
3. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
4. <https://repository.library.voenmeh.ru/jspui/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
5. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

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 **ДИНАМИКА КОСМИЧЕСКИХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.06 Системы управления летательными аппаратами*. 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-8 способность проводить динамические расчеты систем управления летательными аппаратами, применять методики математического и полунатурного моделирования динамических систем "подвижный объект - система управления (система ориентации, стабилизации, навигации, управления движением)";

ПСК-2.1 Способность к проведению научных исследований и разработке проектных решений в области динамики и систем управления БПЛА.

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.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 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.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчетов по практическим работам.	Н. М. Иванов, Л. Н. Лысенко. Баллистика и навигация космических аппаратов: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2016 (1,2,5) О. А. Толпегин. Специальные задачи управления полётом летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1993 (1) А. С. Шалыгин, В. А. Санников, И. Л. Петрова. Баллистика космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (1-4) 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)	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.	А. С. Шалыгин, В. А. Санников, И. Л. Петрова. Баллистика космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (5,6) Н. М. Иванов, Л. Н. Лысенко. Баллистика и навигация космических аппаратов: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2016 (3)	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. Оформление отчетов по практическим работам.	О. А. Толпегин. Дифференциально-игровые методы управления движением беспилотных летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (4) Н. М. Иванов, Л. Н. Лысенко. Баллистика и навигация космических аппаратов: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2016 (10,11,13)	15

	<p>Ю. Г. Сихарулидзе. . Баллистика и наведение летательных аппаратов: М.: Лаборатория знаний, 2020 (4,5)</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. . Специальные задачи управления полётом летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1993 (2)</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>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>Ю. Г. Сихарулидзе. . Баллистика и наведение летательных аппаратов: М.: Лаборатория знаний, 2020 (5)</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

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.

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».

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-8	ПСК-2.1	
4	8	Раздел 1. Основные понятия механики космического полета. Невозмущенное движение космических аппаратов.	32	12	8	4	20	25	25	Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 2. Возмущенное движение КА. Метод оскулирующих элементов орбиты.	31	16	10	6	15	25	25	Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 3. Орбитальные маневры КА.	29	14	10	4	15	25	25	Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 4. Межпланетные полеты.	16	9	6	3	7	25	25	Вопросы для текущего контроля
Всего за 8 семестр			108	51	34	17	57	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100	

Критерии оценивания

ОПК-8

Вопросы открытого типа:

- № 1 В случае одноимпульсного маневра с целью изменения фокального параметра орбиты, в каком направлении должен прикладываться импульс?
- № 2 В случае одноимпульсного маневра с целью изменения долготы восходящего узла орбиты, в каком направлении должен прикладываться импульс? (используйте обозначения осей орбитальной системы координат S,T,W)
- № 3 В случае одноимпульсного маневра с целью изменения наклона орбиты, в каком направлении должен прикладываться импульс? (используйте обозначения осей орбитальной системы координат S,T,W)
- № 4 В случае одноимпульсного маневра с целью изменения аргумента перигея, в каком направлении должен прикладываться импульс? (используйте обозначения осей орбитальной системы координат S,T,W)
- № 5 Что такое маневр КА?
- № 6 Какой характер имеет возмущение орбиты спутника вследствие возмущающего действия атмосферы?
- № 7 Что такое прецессия узла орбиты?
- № 8 Какие основные возмущающие факторы следует учитывать при расчете движения КА на высотах 20000-50000 км?
- № 9 Какие основные возмущающие факторы следует учитывать при расчете движения КА на высотах свыше 50000 км?
- № 10 Перечислите, какие бывают виды орбит в зависимости от величины эксцентриситета

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Какая система координат используется для решения задач ориентации и стабилизации КА?

А) Геоцентрическая перигеяльная

В) Геоцентрическая экваториальная

С) Гринвичская

Д) Связанная

Е) Орбитальная

- № 2 Какие элементы орбиты подвержены вековым возмущениям вследствие возмущающего влияния сжатия земного эллипсоида?

А) наклонение орбиты к плоскости экватора;

В) долгота восходящего узла орбиты;

С) аргумент перигея;

Д) эксцентриситет орбиты;

Е) фокальный параметр

- № 3 Какие элементы орбиты подвержены только периодическим возмущениям вследствие возмущающего влияния сжатия земного эллипсоида?

А) наклонение орбиты к плоскости экватора;

В) долгота восходящего узла орбиты;

С) аргумент перигея;

Д) эксцентриситет орбиты;

Е) фокальный параметр

- № 4 Какие элементы орбиты подвержены вековым уходам вследствие возмущающего действия атмосферы?
- А) наклонение орбиты к плоскости экватора;
 - В) долгота восходящего узла орбиты;
 - С) аргумент перицентра;
 - Д) эксцентриситет орбиты;
 - Е) фокальный параметр
- № 5 При совершении двухимпульсного маневра между некомпланарными орбитами, в какой точке выгоднее всего совершать поворот плоскости орбиты?
- А) Поворот плоскости орбиты следует производить там, где скорость КА максимальна;
 - В) Поворот плоскости орбиты следует совершать при изменении направления траектории;
 - С) Поворот плоскости орбиты следует совершать при проведении первого импульса;
 - Д) Поворот плоскости орбиты следует производить там, где скорость КА минимальна
 - Е) Поворот плоскости орбиты следует совершать при проведении второго импульса
- № 6 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
- № 7 Система уравнений невозмущенного движения КА имеет следующие первые интегралы:
- А) Интеграл площадей;
 - В) Интеграл Кеплера;
 - С) Интеграл энергии;
 - Д) Интеграл Лапласа;
 - Е) Интеграл скоростей
- № 8 Какая система координат используется в задачах определения положения КА относительно Земли?
- А) Геоцентрическая эклиптическая;
 - В) Геоцентрическая перигецентрическая;
 - С) Гринвичская;
 - Д) Орбитальная;
- № 9 Какая система координат используется для анализа траекторий межпланетных перелетов и орбит небесных тел?

- А) Геоцентрическая эклиптическая;
 В) Геоцентрическая перицентральная;
 С) Геоцентрическая экваториальная;
 D) Гелиоцентрическая эклиптическая;
 E) Орбитальная
- № 10 Какая система координат связана с плоскостью идеальной орбиты?

- А) Геоцентрическая эклиптическая;
 В) Геоцентрическая перицентральная;
 С) Геоцентрическая экваториальная;
 D) Гелиоцентрическая эклиптическая;
 E) Орбитальная

ПСК-2.1

Вопросы открытого типа:

- № 1 Что такое окно старта?
 № 2 Что такое начальная фаза орбитальной станции?
 № 3 Что такое время фазирования?
 № 4 Куда направлен вектор Лапласа?
 № 5 Куда направлен вектор постоянной площадей?
 № 6 На каких высотах главным возмущающим фактором влияющим на орбиту КА является аэродинамическое торможение?
 № 7 На каких высотах главными возмущающими факторами влияющими на орбиту КА являются аэродинамическое торможение и возмущения от несферичности Земли?
 № 8 На каких высотах главным возмущающим фактором влияющим на орбиту КА является возмущение от несферичности Земли?
 № 9 В чем заключается идея метода оскулирующих элементов?
 № 10 Что такое оскулирующие элементы орбиты

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Укажите верное утверждение:
- А) Если заданное время перелета меньше времени перелета по эллиптической орбите, то перелет может быть реализован только по круговой орбите;
 В) Если заданное время перелета меньше времени перелета по параболической орбите, то перелет может быть реализован только по гиперболической орбите;
 С) Если заданное время перелета меньше времени перелета по эллиптической орбите, то перелет может быть реализован только по параболической орбите;
 D) Если заданное время перелета меньше времени перелета по параболической орбите, то перелет может быть реализован только по эллиптической орбите
- № 2 В качестве орбиты ожидания для транспортного корабля может быть выбрана:
- А) Круговая орбита, расположенная ниже орбиты орбитальной станции
 В) Круговая орбита, расположенная выше орбиты орбитальной станции
 С) Параболическая орбита, расположенная выше орбиты орбитальной станции
 D) Эллиптическая орбита расположенная ниже орбиты орбитальной станции
 E) Эллиптическая орбита, апогей которой касается орбиты орбитальной станции
- № 3 Какие возмущения параметров орбиты называются вековыми?
- А) Вековыми называют такие возмущения орбиты, которые вызваны влиянием больших небесных тел, и не меняются в течение длительного времени.

- В) Вековыми называют такие возмущения орбиты, которые не меняются в зависимости от положения КА на орбите.
- С) Вековыми называют ряд возмущений орбиты, вызванные влиянием Солнца.
- Д) Вековыми называют ряд возмущений орбиты, которые имеют тенденцию накапливаться в течение времени
- № 4 Укажите верное утверждение:
- А) Вековые возмущения свойственны эллиптическим орбитам;
- В) Вековые возмущения свойственны гиперболическим орбитам;
- С) Вековые возмущения свойственны параболическим орбитам;
- Д) Вековые возмущения свойственны круговым орбитам
- № 5 Что такое время существования КА?
- А) Это продолжительность его полета с момента запуска ракеты-носителя до встречи с поверхностью Земли;
- В) Это продолжительность его полета с момента вывода на орбиту до выхода его из строя;
- С) Это продолжительность полета между двумя последовательными прохождениями перицентра орбиты;
- Д) Это продолжительность его полета с момента вывода на орбиту до входа в плотные слои атмосферы
- № 6 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
- № 7 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;
- Д) Такая трасса характерна для спутников с периодом обращения больше 24 ч
- № 8 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;
- Д) Такая трасса характерна для прямых спутников
- № 9 Трасса каких спутников вырождается в точку на экваторе?
- А) Такая трасса характерна для спутников с периодом обращения кратным звездным суткам;

№ 10

В) Такая трасса характерна для стационарных спутников;

С) Такая трасса характерна для прямых спутников;

Д) Такая трасса характерна для суточных спутников с круговыми орбитами и наклонением отличным от 0

Знания каких Кеплеровских элементов орбиты достаточно, чтобы однозначно определить положение КА на орбите?

А) Аргумент перицентра

Фокальный параметр

В) Средняя аномалия

Аргумент широты

С) Долгота восходящего узла орбиты

Наклонение орбиты к плоскости экватора

Д) Геоцентрическая широта

Геоцентрическая долгота

Е) Эксцентриситет орбиты

Время прохождения через перицентр