

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ «ДИНАМИКА ПОЛЕТА»

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Цель дисциплины – изучение основ динамики полета, теоретических основ и методов математического описания и исследования движения летательных аппаратов.

Задачи дисциплины – систематизировать знания студентов по движению летательных аппаратов, научить студентов понимать и применять современные математические методы ТАУ для описания и исследования моделей движения летательных аппаратов.

Компетенции, достижение которых планируется по завершении изучения курса (см. табл. 1):

Таблица 1

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-1 способностью осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задач	Знать:методы построения математических моделей летательных аппаратов с учетом дополнительных степеней свободы.
	Уметь:составлять на основе дифференциальных и алгебраических уравнений структурную схему системы
	Владеть:практическими навыками разработки математических моделей летательных аппаратов.
ПК-4 способностью на основе системного подхода анализировать работу систем управления летательных и подвижных аппаратов различного назначения как объектов - ориентации, стабилизации и навигации и создавать их математические модели движения, позволяющие прогнозировать тенденцию развития их как объектов управления и тактики их применения	Знать:особенности математических моделей летательных аппаратов в различных условиях полета;
	Уметь:решать практические задачи на основе системного подхода
	Владеть:практическими навыками разработки математических моделей летательных аппаратов

## СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 2

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Динамика полета. Введение	4	2	2	0
2	Динамические системы управления полетом	4	2	2	0
3	Органы управления и аэродинамические схемы	4	2	2	0
4	Физические основы движения летательного аппарата	4	2	2	0
5	Уравнения пространственного движения летательных аппаратов. Разделение уравнений на уравнения продольного и бокового движений, на движение центра масс и вращение вокруг центра масс.	6	4	2	0
6	Баллистика летательных аппаратов. Параболическая теория, определение промахов по дальности, баллистические коэффициенты, баллистическая функция. Управление дальностью полета в общей постановке.	8	4	4	0
7	Уравнения движения космических летательных аппаратов. Определение основных характеристик полета в рамках эллиптической теории. Задачи управления движением. Коррекция траекторий. Гоманов-ские переходы между орбитами.	6	2	4	0
8	Линеаризация уравнений движения летательного аппарата. Передаточные функции, частотные характеристики, устойчивость и управляемость летательных аппаратов.	8	4	4	0
9	Методы стабилизации движения. Учет упругих деформаций корпуса летательного аппарата и колебаний жидкости в баках на динамику движения летательного аппарата в центральном гравитационном поле.	4	2	2	0

## ЛЕКЦИИ

Таблица 3

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение	2
2	2	Динамические системы управления полетом; автоматические и автоматизированные системы.	2
3	3	Органы управления и аэродинамические схемы	2
4	4	Физические основы движения летательного аппарата: силы и моменты, действующие на летательный аппарат в полете.	2
5	5	Уравнения пространственного движения летательных аппаратов. Разделение уравнений на уравнения продольного и бокового движений, на движение центра масс и вращение вокруг центра масс.	4
6	6	Баллистика летательных аппаратов. Параболическая теория, определение промахов по дальности, баллистические ко-эффициенты, баллистическая функция. Управление дальностью полета в общей постановке.	4
7	7	Уравнения движения космических летательных аппаратов. Определение основных характеристик полета в рамках эл-липтической теории. Задачи управления движением. Коррекция траекторий. Гомановские переходы между орбитами.	2
8	8	Линеаризация уравнений движения летательного аппарата. Передаточные функции, частотные характеристики, устойчивость и управляемость летательных аппаратов.	4
9	9	Методы стабилизации движения. Учет упругих деформаций корпуса летательного аппарата и колебаний жидкости в баках на динамику движения летательного аппарата в центральном гравитационном поле.	2

## ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Таблица 4

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Введение в авиационную и космическую технику: история развития авиации, ракетной техники и космонавтики. Типы летательных аппаратов.	2
2	2	Системы управления полетом; автоматические и автоматизированные системы.	2
3	3	Аэродинамические схемы	1
4	3	Органы управления.	1
5	4	Физические основы движения летательного аппарата	1
6	4	Силы и моменты, действующие на летательный аппарат в полете	1
7	5	Уравнения пространственного движения летательных аппаратов.	1
8	5	Разделение уравнений на уравнения продольного и бокового движений, на движение центра масс и вращение вокруг центра масс.	1
9	6	Баллистика летательных аппаратов. Параболическая теория, определение промахов по дальности, баллистические коэффициенты, баллистическая функция.	2
10	6	Управление дальностью полета в общей постановке.	2
11	7	Уравнения движения космических летательных аппаратов. Определение основных характеристик полета в рамках эллиптической теории.	2
12	7	Задачи управления движением. Коррекция траекторий. Гомановские переходы между орбитами.	2
13	8	Линеаризация уравнений движения летательного аппарата.	2
14	8	Передаточные функции, частотные характеристики, устойчивость и управляемость летательных аппаратов.	2
15	9	Учет упругих деформаций корпуса летательного аппарата и колебаний жидкости в баках на динамику движения летательного аппарата в центральном гравитационном поле.	1
16	9	Методы стабилизации движения.	1

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

Таблица 5

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Подготовка к зачету	Основная электронная 1,2., дополнительная печатная 1	24

# ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Таблица 6

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ПК-1 способностью осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задач	Зачет	1-12
Все разделы	ПК-4 способностью на основе системного подхода анализировать работу систем управления летательных и подвижных аппаратов различного назначения как объектов - ориентации, стабилизации и навигации и создавать их математические модели движения, позволяющие прогнозировать тенденцию развития их как объектов управления и тактики их применения	Зачет	13-20

## ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ, ПРОЦЕДУРЫ ПРОВЕДЕНИЯ, КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

### 1. Зачет

Студенту задаются 2 вопроса. В случае, если студент не отвечает на вопрос, ему задаются уточняющие вопросы по данной теме.

*Критерии оценивания:*

*Зачтено:* правильный ответ на 2 вопроса, показаны систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение использовать материалы изученной дисциплины.

*Не зачтено:* ответ только на 1 вопрос, серьёзные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины.

*Вопросы*

1. Назовите типы управляющих органов летательных аппаратов.
2. Как формируются управляющие силы и моменты газодинамических органов управления?
3. Определите возможные области применения комбинированных органов управления.
4. Как вычисляются управляющие силы и моменты при движении в атмосфере?
5. Как вычисляются управляющие силы и моменты при движении в безвоздушном пространстве?
6. Как проявляется действие ветра на движение летательного аппарата?
7. Назовите возмущающие факторы, действующие на летательный аппарат (кроме ветра).

8. Запишите уравнения Мещерского для движения тела переменной массы.
9. Запишите уравнения для движения тела переменного состава. Уравнения для движения центра масс и уравнения для вращательного движения вокруг центра масс.
10. Определите физический смысл составляющих, входящих в уравнения движения тела переменного состава?
11. Какие системы координат используются в полной системе дифференциальных уравнений?
12. Определите матрицы направляющих косинусов для систем координат?
13. При каких условиях возможно разбиение движения летательного аппарата на продольное и боковое?
14. При каких условиях возможно разбиение движения летательного аппарата на движение центра масс и вращение вокруг центра масс?
15. Запишите общую форму линеаризованных уравнений нелинейной динамической системы. Какие особенности эта форма имеет для математической модели летательного аппарата?
16. Определите область применения параболической теории.
17. Каков физический смысл и как вычисляются баллистические производные?
18. Как определяется промах по дальности? Какие факторы влияют на его величину?
19. Что такое кажущееся ускорение и как оно измеряется?
20. Как формируется приборный состав системы управления дальностью?

## **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Печатная литература**

#### *а) основная литература:*

Не предусмотрена

#### *б) дополнительная литература:*

1. Абгарян, К. А. Динамика ракет Учеб. для вузов Под ред. В. П. Мишина. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1990. - 463 с. ил.
2. Сидельников, Р. В. Динамика полета [Текст] учеб. пособие Р. В. Сидельников, А. В. Демьянцев, В. И. Донцов ; Юж.-Урал гос. ун-т ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 1997. - 67 с. 20 ил., табл.

#### *в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

1. Ракетная техника и космонавтика
2. Теория и системы управления

Электронная учебно-методическая документация (табл. 7):

Таблица 7

№	Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	Дмитриевский, А.А. Внешняя баллистика: Учебник для студентов вузов. [Электронный ресурс] / А.А. Дмитриевский, Л.Н. Лысенко. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2005. — 608 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/767">http://e.lanbook.com/book/767</a> — Загл. с экрана.	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	Электронно-библиотечная система Издательства Лань	Интернет / Авторизованный
2	Основная литература	Ефремов, А.В. Динамика полета: учебник для студентов высших учебных заведений. [Электронный ресурс] / А.В. Ефремов, В.Ф. Захарченко, В.Н. Овчаренко, В.Л. Суханов. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2011. — 776 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/2013">http://e.lanbook.com/book/2013</a> — Загл. с экрана.	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	Электронно-библиотечная система Издательства Лань	Интернет / Авторизованный

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

Общие сведения.....	1
Содержание дисциплины.....	2
Лекции .....	3
Практические занятия.....	4
Самостоятельная работа студента .....	4
Паспорт фонда оценочных средств .....	5
Типовые задания, процедуры проведения, критерии оценивания.....	5
1. Зачет .....	5
Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	6