

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УМР

_____ Криницин В.В.
“ “ _____ 2009г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ДИНАМИКА ПОЛЕТА (СД.03)

(наименование, шифр по ГОС)

Специальность (специализация) Техническая эксплуатация
(шифр по ГОС)
летательных аппаратов и двигателей (160901)

Факультет Механический

Кафедра Аэродинамики, конструкции и прочности летательных аппаратов

Курс III, Форма обучения дневная. Семестр 5

Общий объем учебных часов на дисциплину 140 (час)

Лекции 42 (час)

Практические занятия -- (час)

Лабораторные занятия 30 (час)

Самостоятельная работа 68 (час)

Курсовая работа III, 5 (курс, семестр)

Экзамен III, 5 (курс, семестр)

Москва - 2009

Рабочая программа составлена на основании примерной учебной программы дисциплины и в соответствии с Государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки выпускника по специальности 160901 “Техническая эксплуатация ЛА и двигателей”.

Рабочую программу составили:

Ципенко В.Г., проф., д.т.н.

_____ (подпись)

Ермаков А.Л., проф., к.т.н.

_____ (подпись)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры,
протокол № 6 от “10” февраля 2009г.

Заведующий кафедрой Ципенко В.Г., проф., д.т.н.

(Ф.И.О., звание, степень)

_____ (подпись)

Рабочая программа одобрена методическим советом специальности
 “Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей”
(наименование)

Протокол № от “ ” 2009г.

Председатель методического совета Чинючин Ю.М., проф., д.т.н.

(Ф.И.О., звание, степень)

_____ (подпись)

Рабочая программа согласована с Учебно-методическим управлением
(УМУ)

Начальник УМУ Логачев В.П.

(Ф.И.О.)

_____ (подпись)

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель преподавания дисциплины.

Цель дисциплины - раскрыть основополагающие современные научные концепции, понятия и идеи исследования траекторий движения, устойчивости и управляемости воздушных судов ГА с целью обеспечения безопасности и регулярности полетов, а также высоких экономических показателей авиационных перевозок. Учебная дисциплина "Динамика полета" необходима для подготовки авиационных специалистов, способных решать проблемы технической эксплуатации, связанные с динамикой полета ВС, и является базой для изучения и освоения технологии производства и ремонта ВС, эксплуатации ВС, конструкции и прочности ВС, безопасности полетов и ряда других профилирующих дисциплин.

1.2. Задачи изучения дисциплины (необходимый комплекс знаний и умений):

1.2.1. Иметь представление о взаимосвязи динамики движения ВС со средствами бортовой автоматики и УВД, использовании прикладных программ для решения задач динамики конкретных воздушных судов ГА.

1.2.2. Знать:

- базовые понятия дисциплины;
- основные летно-технические характеристики и характеристики устойчивости и управляемости ВС;
- основные методы анализа летно-технических характеристик ВС;
- эксплуатационные ограничения режимов полета ВС на различных его этапах при нормальной работе и отказах функциональных систем;
- влияние внешних условий и технико-экономических факторов на экономичность полетов ВС;
- методы повышения экономичности полетов ВС;
- методы моделирования динамики полета ВС при исследовании влияния отказов функциональных систем и ошибок летного состава на развитие ситуаций.

1.2.3. Уметь:

- рассчитать с использованием соответствующих пособий летно-технические характеристики, характеристики устойчивости и управляемости ВС в ожидаемых условиях эксплуатации;
- объяснить в части динамики полета требования РЛЭ, НЛГС, НЛГВ, НПП.

1.2.4. Иметь опыт:

- проведения простейших измерений в аэродинамической трубе;
- использования вычислительной техники при моделировании полета ВС.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Наименование разделов, объем в часах. Содержание лекций, ссылки на литературу.

Часть I. Полет самолета по траектории.

Раздел 1. Общие положения и допущения. Системы координат

Лекция 1

Введение в динамику полета. Предмет курса, связь с другими учебными дисциплинами. Структура дисциплины, краткая характеристика её частей. Место дисциплины в системе знаний инженера-механика по эксплуатации самолетов, краткий исторический очерк развития динамики полета.

Положение ЛА. Нормальная земная система координат. Допущение о том, что земля является плоской.

Ориентация ЛА. Связанная система оси координат. Углы Эйлера связанной системы координат: рыскания, тангажа и крена.

СРС: Скорость самолета - воздушная, земная, путевая. Составляющие скорости. Модель ветра.

Литература [I], гл. 1, с. 5-9.

Лекция 2

Направление движения ЛА. Скоростная и траекторная системы координат. Ориентация вектора скорости ЛА относительно Земли. Углы Эйлера скоростной системы координат: скоростной угол рыскания, угол наклона траектории, скоростной угол крена. Ориентация вектора скорости относительно ЛА. Угол скольжения и угол атаки.

Литература [I], гл. 1, с. 9-11.

Раздел 2. Уравнения движения ЛА.

Лекция 3

Угловая скорость движения ЛА. Уравнения кинематических связей линейных и угловых скоростей. Силы, действующие на ЛА, и их задание. Уравнения сил. Уравнения моментов. Общая система уравнений движения ЛА и её анализ. Уравнения движения ЛА как материальной точки. Упрощение уравнений движения ЛА. Разделение движения ЛА на продольное и боковое.

СРС: Преобразование уравнений движения ЛА методом малых возмущений.

Литература [I], гл. 2, с.12-32.

Раздел 3. Горизонтальный полет.

Лекция 4

Уравнения движения. Потребная скорость горизонтального полета. Кривые потребных и располагаемых тяг (мощностей) Жуковского. Характерные скорости горизонтального полета: теоретически минимальная, экономическая, наивыгоднейшая, крейсерская, практически минимальная, максимальная.

Литература [I], гл. 3, с.33-51.

Лекция 5

Характерные режимы горизонтального полета. Влияние высоты полета на характерные скорости горизонтального полета. Диаграмма диапазона истинных скоростей. Теоретический потолок самолета.

СРС: Эксплуатационные ограничения скорости полета. Индикаторная и воздушная скорости полета. Диаграмма диапазона индикаторных скоростей. Разгон и торможение самолета.

Литература [I], гл. 3, с. 51-69.

Раздел 4. Набор высоты.

Лекция 6

Уравнения движения самолета при наборе высоты. Особенности набора высоты по сравнению с горизонтальным полетом. Характерные режимы набора высоты: режим наиболее быстрого и наиболее крутого набора высоты. Влияние высоты полета на скорость набора высоты и максимальную вертикальную скорость. Барограмма подъема самолета и дальность набора высоты.

СРС: Поляра скоростей набора высоты. Неустановившийся набор высоты.

Литература [I], гл. 4, с. 69-86.

Раздел 5. Снижение самолета.

Лекция 7

Уравнения движения и их анализ. Расчет снижения самолета. Планирование. Поляра скоростей планирования. Характерные режимы планирования, первый и второй режимы планирования.

СРС: Поляра скоростей снижения. Скоростное, вынужденное и экстренное снижение самолета.

Литература [I], гл. 5, с. 86-97.

Раздел 6. Дальность и продолжительность полета.

Лекция 8

Техническая и практическая дальность. Часовой и километровой расходы топлива. Дальность и продолжительность горизонтального полета. Метод Пышнова. Влияние скорости на дальность и продолжительность полета. Влияние высоты на дальность и продолжительность полета. Полет “по потолкам”.

СРС: Влияние ветра на дальность полета. Методы повышения экономичности крейсерского полета.

Литература [I], гл. 6, с. 98-116.

Раздел 7. Криволинейное движение.

Лекция 9

Условия возникновения криволинейного полета самолета. Виращ. Правильный виращ. Уравнения движения и их анализ. Предельные виращи. Эксплуатационные ограничения. Область допустимых виращей. Характерные режимы виращей: минимального радиуса и минимального времени.

СРС: Криволинейное движение в вертикальной плоскости.

Литература [I], гл. 7, с. 116-134.

Раздел 8. Взлет и посадка самолета.

Лекция 10

Взлет самолета. Основные этапы взлета. Уравнения движения при разбеге. Расчет взлетной дистанции. Потребные дистанции разбега и взлета. Вопросы безопасности полетов при взлете самолета. Влияние эксплуатационных факторов на длину разбега и взлетную дистанцию.

СРС: Особые ситуации и безопасность полетов. Особые случаи взлета самолета, прерванный и продолженный взлет.

Литература [I], гл. 8, с. 135-143.

Лекция 11

Посадка самолета. Основные этапы посадки. Уравнения движения при пробеге. Расчет посадочной дистанции. Потребная посадочная дистанция. Вопросы безопасности полетов при посадке самолета. Влияние эксплуатационных факторов на посадочную дистанцию.

СРС: Влияние различных факторов на взлетно-посадочные характеристики и пути их улучшения. Особые ситуации при посадке самолета.

Литература [I], гл. 8, с. 143-166.

Часть II. Устойчивость и управляемость самолета.

Раздел 9.

Лекция 12

Понятие о равновесии, балансировке, устойчивости и управляемости. Статическая и динамическая устойчивость и управляемость. Разделение движения на продольное и боковое. Центровка самолета.

Литература [I], гл. 9, с. 167-174.

Раздел 10.

Лекция 13

Продольная статическая балансировка самолета. Продольный момент самолета. Аэродинамические моменты тангажа частей самолета: крыла, фюзеляжа, горизонтального оперения, гондол двигателей. Продольный момент, создаваемый силовой установкой. Моментная диаграмма самолета. Балансировочная диаграмма руля высоты. Влияние различных факторов на продольный момент самолета и на балансировочную диаграмму.

Литература [I], гл. 10, с. 174-192.

Раздел 11.

Лекция 14

Продольная статическая устойчивость самолета. Основные понятия и определения. Продольная статическая устойчивость по перегрузке. Критерий, обеспечение и суждение о продольной статической устойчивости по

перегрузке. Диапазон допустимых центровок. Продольная статическая устойчивость по скорости. Критерий устойчивости. Требования НЛГС к характеристикам продольной устойчивости.

Литература [I], гл.11, с. 193-205.

Раздел 12.

Лекция 15

Продольная статическая управляемость самолета. Основные понятия и определения. Шарнирный момент руля высоты и усилие на штурвале. Основные характеристики продольной статической управляемости (градиенты отклонений рулей, штурвала, усилий на штурвале). Требования НЛГС к характеристикам управляемости. Способы снижения усилий на штурвале управления рулем высоты.

Литература [I], гл. 12, с. 205-217.

Раздел 13.

Лекция 16

Боковая статическая балансировка самолета. Боковое движение самолета. Боковые силы при скольжении и их уравнивание. Коэффициент боковой силы. Фокус по углу скольжения. Зависимость коэффициента боковой силы от угла скольжения и отклонения руля направления. Боковые моменты и их балансировка при полете самолета со скольжением. Моментные и балансировочные диаграммы.

Литература [I], гл.13, с. 217-227.

Раздел 14.

Лекция 17

Боковая статическая устойчивость самолета. Основные понятия и определения. Флюгерная статическая устойчивость. Критерий устойчивости, обеспечение и достижение флюгерной статической устойчивости. Поперечная статическая устойчивость. Критерий устойчивости, обеспечение и достижение поперечной статической устойчивости. Влияние на боковую статическую устойчивость конструктивных и эксплуатационных факторов.

Литература [I], гл. 14, с. 227-234.

Раздел 15.

Лекция 18

Боковая статическая управляемость самолета. Основные понятия и определения. Шарнирные моменты и усилия на рычагах бокового управления. Основные характеристики боковой статической управляемости. Требования НЛГС к характеристикам управляемости.

СРС: Особенности боковой управляемости самолета при несимметрично остановленном двигателе.

Литература [I], гл. 15, с. 234-246.

Раздел 16.

Лекция 19

Особенности управляемости самолета в криволинейном полете. Возникновение продольного и боковых демпфирующих моментов в криволинейном движении и их балансировка. Спиральные моменты и их балансировка. Гироскопические моменты и их балансировка.

Литература [I], гл. 16, с. 246-254.

Раздел 17.

Лекция 20

Особенности полета самолета на больших углах атаки: явление «потери скорости», ослабление демпфирующих моментов, снижение эффективности управления по крену, отрыв потока на крыле, влияние скольжения на срыв потока. Поперечные демпфирующий момент и спиральный момент рыскания на закритических углах атаки. Самовращение крыла. Штопор самолета.

Литература [I], гл. 18, с. 271-289.

Часть III. Основы динамики полета вертолета.

Раздел 18

Лекция 21

Уравнения движения центра масс вертолета. Методы решения уравнений. Метод мощностей, располагаемые мощности, располагаемые крутящие моменты вертолета. Потребные мощности вертолета; потребные крутящие моменты. Влияние высоты полета и других факторов на потребную мощность. Расчет ЛТХ вертолета. Диапазон скоростей, характерные скорости полета вертолета. Потолки вертолета. Особенности взлета и посадки вертолета. Балансировка, устойчивость и управляемость вертолета.

Литература [I], гл.19, с. 290-322.

2.2. Перечень лабораторных работ (занятий) и их объем в часах.

ЛР-1. Исследование возможностей самолета в горизонтальном полете – 4 часа.

ЛР-2. Исследование прямолинейного набора высоты - 4 часа.

ЛР-3. Определение скорости наивыгоднейшего набора высоты - 4 часа.

ЛР-4. Исследование посадки самолета - 4 часа.

ЛР-5. Исследование взлета самолета - 4 часа.

ЛР-6. Изучение свойства статической устойчивости самолета с помощью демонстрационной модели - 4 часа.

ЛР-7. Определение моментной диаграммы модели самолета в аэродинамической трубе - 4 часа.

2.3. Тематика курсовой работы.

Курсовая работа “Расчет ЛТХ самолета гражданской авиации” включает:

I. Расчет основных ЛТХ самолета в нормальных условиях полета:

а) расчет и построение кривых тяг (мощностей) Жуковского;

б) определение характерных скоростей горизонтального полета и построение диаграммы диапазона скоростей;

в) расчет набора высоты, определение потолка и построение барограммы набора высоты;

г) расчет планирования, построение поляры скоростей планирования;

д) расчет дальности и продолжительности полета;

е) расчет взлетно-посадочных характеристик самолета.

2. Расчет ЛТХ самолета с учетом эксплуатационных ограничений. Определение диапазона скоростей с учетом эксплуатационных ограничений.

Выполнение курсовой работы преследует следующие основные цели:

- закрепление теоретического материала;
- овладение навыками инженерных расчетов основных ЛТХ самолета гражданской авиации.

Курсовая работа выполняется в 05 семестре. Время выдачи - первая неделя, время окончания - 15 неделя. Объем расчетно-пояснительной записки 25-30 листов рукописного текста (вместе с графиками) на листах бумаги формата 210x297 мм.

При выполнении курсовой работы возможно применение ЭВМ.

3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

- | | |
|---|---|
| 1. Жуков А.Я.,
Ёгоров В.И.,
Ермаков А.Л.,
Журавлев В.Н.,
Ципенко В.Г. | Динамика полета транспортных ЛА. Учебник.-
М.: Транспорт, 1996. |
| 2. Ермаков А.Л.,
Жуков А.Я.,
Ципенко В.Г. | Полет самолета по траектории: Учебное
пособие.-М.:МИИГА,1992. |
| 3. Ермаков А.Л.,
Жуков А.Я.,
Ципенко В.Г. | Устойчивость и управляемость самолета:
учебное пособие.-М.:МИИГА,1990. |

Учебно-методическая литература

- | | |
|----------------------------------|--|
| 4. Ермаков А.Л.,
Ципенко В.Г. | Пособие к изучению дисциплины
“Динамика полета”.-М.:МГТУГА, 2000. |
| 5. Кубланов М.С.
Бехтина Н.Б. | Пособие к выполнению лабораторных работ на
ПЭВМ по дисциплине “Динамика полета”.-М.:МГТУГА, |

- 2007.
6. Ермаков А.Л.,
Ципенко В.Г. Изучение свойства статической устойчивости самолета с помощью демонстрационной модели (Пособие к выполнению лабораторных работ). - М.:МГТУГА,2005.
7. Ермаков А.Л.,
Жуков А.Я.,
Кулик И.Б.
Ципенко В.Г. Определение моментной диаграммы модели самолета в аэродинамической трубе. (Методические указания к лабораторным работам по динамике полета).-М.:МИИГА,1982.
8. Гарбузов В.М. Методические указания по оформлению курсовых работ и выбору варианта задания по аэромеханике и динамике полета.-М.: МГТУГА, 1995.
9. Ермаков А.Л.,
Жуков А.Я.
Ципенко В.Г. Методические указания к аэродинамическим характеристикам самолетов для выполнения курсовой работы по динамике полета.- М.:МИИГА, 1984.
10. Ермаков А.Л.,
Ципенко В.Г. Пособие к выполнению курсовой работы по динамике полета.-М.:МГТУГА, 2002.
11. Ермаков А.Л.,
Жуков А.Я..
Ципенко В.Г. Методические указания к выполнению курсового и дипломного проектирования. Расчет ЛТХ самолетов на ЭВМ.-М.: МИИГА, часть I (1984), часть 2 (1986), часть 3 (1987).

Дополнительная литература

12. Единые нормы летной годности гражданских транспортных самолетов стран - членов СЭВ.- М.: Межведомственная комиссия по НЛГ гражданских самолетов и вертолетов СССР, 1985.
13. Динамика ЛА в атмосфере. Термины, определения и обозначения. ГОСТ 20058-80.-М.: Издательство стандартов, 1981.
14. Атмосфера стандартная. Параметры. ГОСТ 4401-81.-М.: Издательств стандартов,1981.
15. Микеладзе В.Г., Основные геометрические и аэродинамические

Титов В.М. характеристики самолетов и ракет. Справочник.-
М.: Машиностроение, 1990.

4. НАГЛЯДНЫЕ И ДРУГИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ

При проведении лабораторных работ используются ПЭВМ и другие плакаты (10 шт.), при чтении лекций используются учебная демонстрационная модель самолета Як-40, слайды и три учебных кинофильма (КФ), поставленных на кафедре:

- КФ 1 - Устойчивость и управляемость самолета в продольном канале (авторы сценария и постановки – Ципенко В.Г., Усков В.П.)
- КФ 2 – Устойчивость и управляемость самолета в боковом канале (авторы сценария и постановки - Ципенко В.Г., Усков В.П.)
- КФ 3 - Сдвиг ветра и безопасность полета воздушных судов (автор сценария Усков В.П., научный консультант -Ципенко В.Г.).

5. РЕКОМЕНДУЕМОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ

ДИСЦИПЛИНЫ НА БЛОКИ:

Блок № 1 : Разделы 1-7;

Блок № 2 : Разделы 8-14;