

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ  
(национальный исследовательский университет)» (МАИ)

---

КАФЕДРА ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель Ученого Совета факультета № 1

  
\_\_\_\_\_ А.В.Ефремов

Протокол № 6 от «21» 02.2018 г.

ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В АСПИРАНТУРУ

ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ **24.06.01**  
АВИАЦИОННАЯ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА

ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ **05.07.09**  
ДИНАМИКА, БАЛЛИСТИКА, УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ  
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

В основу программы положены следующие вузовские дисциплины: "Управление в технических системах", "Динамика полета", "Управление движением летательных аппаратов".

## 1. УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Основные понятия и определения теории автоматического управления. Математическое описание систем автоматического управления. Структура, типы и основные функциональные элементы систем автоматического управления.

Линейные системы. Способы описания линейных систем. Переходные и частотные характеристики. Структурные схемы и их преобразования. Многомерные системы. Устойчивость линейных стационарных систем. Критерии устойчивости. Качество линейных систем. Критерии качества. Анализ и синтез линейных систем автоматического управления. Линейные системы с переменными параметрами.

Нелинейные системы автоматического управления. Основные свойства и характеристики нелинейных систем. Фазовое пространство. Устойчивость и автоколебания нелинейных систем. Первый и второй методы А.М. Ляпунова. Абсолютная устойчивость по В.С. Попову, Исследование нелинейных систем методами точечных преобразований и гармонической линеаризации. Системы с переменной структурой.

Статистические методы в теории автоматического управления. Основы теории вероятностей и математической статистики. Случайные возмущения, действующие в системах автоматического управления. Общие методы анализа точности. Прохождение случайных сигналов через линейные системы. Статистические методы исследования нелинейных систем. Статистическая линеаризация. Оценки, статистические решения, проверка гипотез. Идентификация систем автоматического управления.

Методы оптимального управления. Основы теории математического программирования. Параметрические методы оптимизации систем автоматического управления. Принцип максимума Л.С. Понтрягина в теории оптимального управления.

Метод динамического программирования Р. Беллмана. Непрерывные и дискретные системы. Проблема синтеза оптимальных систем управления. Детерминированные задачи синтеза. Управляемость и наблюдаемость. Синтез систем, оптимальных по быстродействию. Задачи линейного синтеза. Оптимальные линейные системы с квадратичным критерием качества. Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов. Терминальное управление. Стохастические задачи синтеза. Основы теории. Задачи синтеза с неполной информацией и при наличии ошибок измерений. Проблема разделения задач синтеза. Достаточные статистики и достаточные координаты. Игровые постановки задач синтеза оптимальных систем. Оптимальное управление в конфликтных ситуациях. Гарантирующие стратегии.

Адаптивные системы управления. Основные понятия и классификация.

Самонастраивающиеся и самоорганизующиеся системы. Иерархические системы. Основные понятия. Системы с двух- и трехступенчатой иерархией.

## **2. ДИНАМИКА ПОЛЕТА**

Общая теория движения летательных аппаратов. Системы координат и углов для определения положения летательного аппарата в пространстве. Силы и моменты, действующие на летательный аппарат в полете. Земная атмосфера и ее свойства. Аэродинамические силы и моменты. Форма и гравитационное поле Земли. Сила тяжести. Управляющие силы и моменты. Возмущающие силы и моменты. Общие уравнения движения. Уравнения движения в векторной форме.

Уравнения движения в координатной форме. Уравнения движения летательного аппарата с учетом формы и вращения Земли. Упрощение уравнений движения. Уравнения движения для плоской Земли.

Движение летательных аппаратов при наведении на перемещающиеся цели. Методы наведения. Маневренные свойства летательных аппаратов. Перегрузки, действующие на летательный аппарат. Потребные и располагаемые перегрузки. Кинематические исследования траекторий наведения. Методы расчета траекторий наведения.

Динамические свойства летательных аппаратов. Уравнения возмущенного движения летательного аппарата. Продольное возмущенное движение. Общие передаточные функции летательного аппарата. Боковое возмущенное движение. Приближенные уравнения и передаточные функции бокового возмущенного движения. Передаточная функция летательного аппарата с учетом его упругости. Основные требования к динамическим свойствам летательного аппарата.

Улучшение характеристик устойчивости и управляемости самолета. Требования к устойчивости и управляемости самолета. Бустерное управление. Демпфер тангажа. Автомат продольного управления. Влияние упругих деформаций конструкции на динамику самолета с САУ. Длиннопериодическое движение и балансировка самолета. Демпферы рысканья, крена. Перекрестная связь руля направления с органами поперечного управления. Автомат путевой устойчивости. Критические режимы полета, ограничение предельных режимов.

## **3. УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Улучшение летных характеристик самолета средствами автоматического управления. Проектирование самолета с учетом возможностей системы управления. Уменьшение запаса статической устойчивости самолета. Снижение маневренной нагрузки крыла. Парирование воздействий ветра. Непосредственное управление силами.

Автоматическое управление угловым движением самолета. Стабилизация угла тангажа, угла крена и курса.

Автоматическое управление движением центра масс самолета. Стабилизация высоты, скорости полета, заданной линии пути. Программное управление продольным траекторным движением самолета.

Автоматическое управление при посадке и взлете самолета. Управление по сигналам курсоглиссадной радиосистемы. Автоматическое выравнивание. Автоматизация управления взлетом самолетов.

Навигационный комплекс и его общая характеристика. Навигационные системы. Обработка избыточной информации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аэродинамика, устойчивость и управляемость сверхзвуковых самолетов. Под редакцией Г.С. Бюшгенса. М.: Наука, Физматлит, 1998.
2. Аэродинамика и динамика полета магистральных самолетов. Под редакцией академика РАН Г.С. Бюшгенса. Издательский отдел ЦАГИ, Авиаиздательство КНР. Москва-Пекин, 1995.
3. Аэромеханика самолета / Под ред. Бочкарева А.Ф. – М.: Машиностроение, 1985, 358 с.
4. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического регулирования. – М.: «Профессия», 2007.
5. Бюшгенс Г.С., Студнев Р.В. Аэродинамика самолета. Динамика продольного и бокового движения. – М.: Машиностроение, 1979, 350 с.
6. Воронов А. А и др. Основы теории автоматического регулирования и управления. Учебное пособие для вузов. М., Высшая школа, 1977
7. Гуськов Ю.П., Загайнов Г.И. Управление полетом самолетов. – М.: Машиностроение, 1991.
8. Гуськов Ю.П. Лекции по системам автоматического управления и навигации самолетов. – М.: МАИ, 1974, 117 с.
9. Динамика полета: Учебник для студентов высших учебных заведений/А.В. Ефремов, В.Ф. Захарченко, В.Н. Овчаренко и др.; под ред. Г.С. Бюшгенса. – М.: Машиностроение, 2011. 776 с.: ил.
10. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления. М.: Юнимедиастайл. 2002.
11. Летов А.М. Динамика полета и управление. – М.: Наука, 1969, 359 с.
12. Матросов В. М., ред. Нелинейная теория управления и ее приложения: динамика, управление, оптимизация. М.: Физ. мат. лит., 2003
13. Мирошник И. В. и др. Нелинейное и адаптивное управление сложными динамическими системами. С-Пб., Наука, 2000
14. Остославский И.В. Аэродинамика самолета. М.: Оборонгиз, 1957. 491 с.
15. Остославский И.В., Стражева И.В. Динамика полета. Траектории летательных аппаратов. – М.: Машиностроение, 1969, 463 с.
16. Пашковский И.М. Устойчивость и управляемость самолета. – М.: Машиностроение, 1975, 328 с.