

**ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА
ПО НАПРАВЛЕНИЮ МАГИСТРАТУРЫ
«МЕХАНИКА И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»
ПРОГРАММА МАГИСТРАТУРЫ «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ СМЕШАННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ
АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ»
2024 ГОД**

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Дополнительные главы математического анализа

1. Обыкновенные дифференциальные уравнения: с разделяющимися переменными, линейные первого порядка, линейные высокого порядка с постоянными коэффициентами.
2. Функции многих переменных. Экстремум. Условный экстремум. Метод множителей Лагранжа.
3. Линейные и нелинейные функционалы. Сильный и слабый экстремум. Основная задача вариационного исчисления. Уравнение Эйлера-Лагранжа: вывод. Достаточные условия экстремума. Задача со свободным концом. Условия стационарности.
4. Задача Больца. Уравнение Эйлера-Лагранжа. Условия трансверсальности. Изопериметрическая задача. Метод множителей Лагранжа.
5. Линейные уравнения с частными производными второго порядка. Типы и приведение к каноническому виду. Одномерное волновое уравнение. Задача с краевыми и начальными условиями. Формула Даламбера.
6. Гильбертово пространство L^2 . Скалярное произведение. Тригонометрический базис. Ряд Фурье.
7. Неоднородное волновое уравнение. Задача с правой частью, краевыми и начальными условиями. Метод Фурье.
8. Уравнение теплопроводности. Задача с правой частью, краевыми и начальными условиями. Метод Фурье.
9. Дифференцируемые функции комплексного переменного. Условия Коши-Римана. Равносильные условия комплексной дифференцируемости. Ряды Тейлора.
10. Ряды Лорана. Особые точки. Вычеты. Вычисление интегралов.

Механика управляемых систем

1. Теоремы Ляпунова об устойчивости и неустойчивости по первому приближению. Критерий Гурвица (без доказательства). Запас устойчивости.
2. Управляемость. Грамиан управляемости. Критерий управляемости для стационарных управляемых систем. Декомпозиция по управлению. Инвариантные управляемые подпространства.
3. Наблюдаемость. Грамиан наблюдаемости. Критерий наблюдаемости для стационарных систем. Декомпозиция по наблюдению. Инвариантные наблюдаемые подпространства.
4. Стабилизация по оценке. Алгоритм стабилизации по оценке. Уравнения ошибок. Условия устойчивости замкнутой системы и теорема разделения. Необходимые и достаточные условия стабилизируемости по оценке.
5. Решение переопределенных систем линейных алгебраических уравнений. МНК.
6. Дискретный, непрерывный фильтр Калмана.
7. Условия устойчивости фильтра Калмана. Стационарный фильтр Калмана при бесконечном времени наблюдения.
8. Формулировка принципа максимума Понтрягина для оптимизации прихода на многообразии.

9. Оптимальная стабилизация при неограниченных ресурсах управления.
10. Оптимальная стабилизация линейной стохастической системы. Совместная задача управления и оценивания. Теорема о разделении.

Основы теории и управления космическими полетами

1. Определение космического полета. Космический аппарат как объект управления.
2. Контур управления полетом. Особенности управления полетом КА. Полетные операции.
3. Система управления полетом. Информация, циркулирующая в контуре управления космическим полетом.
4. Дополетное планирование. Уровни планирования, временные интервалы планирования. Общий план полета. Исходная информация, используемая для формирования общего плана полета.
5. Детальный план полета. Исходная информация, используемая для формирования детального плана. Методика формирования детального плана. Совместимость полетных операций. Реализация плана полета.
6. Виды управляющих воздействий. Управление космическим аппаратом с Земли.
7. Бортовая датчиковая аппаратура. Контролируемые параметры и способы их контроля.
8. Получение телеметрической информации. Обработка телеметрической информации. Анализ телеметрической информации.
9. Задачи и средства моделирования полета. Комплексный моделирующий стенд. Классификация моделей. Математическое обеспечение моделирования полета.
10. Состав служб, обеспечивающих управление полетом КА. Центр управления полетом КА. Станции слежения и система связи их с ЦУПом. Распределение функций между центральными звеньями системы управления полетом КА.

Технологии виртуальной реальности и захвата движения

1. Биомехатронная система – совокупность биологической и мехатронной подсистем с взаимными информационными связями. Примеры: пилотажно-динамический стенд с шестью степенями свободы; космический тренажер типа центрифуги с управляемым карданным подвесом.
2. Вектор гравито-инерциальных сил, формулы векторов перегрузки летательного аппарата и корпуса пилота в физиологической системе координат и их сравнение. Динамическая имитация: модуля перегрузки космонавта при подъеме на орбиту; ориентации вектора гравито-инерциальных сил при посадке летательного аппарата.
3. Визуальная имитация полета. Принципы создания стереоизображения. Зрительная система человека: область четкого видения, механика перевода взора, конвергенция и аккомодация, сенсорный конфликт. Классификация устройств стереовывода. Построение стереоизображения для неподвижной и подвижной точки.
4. Технология гальванической вестибулярной стимуляции и ее применение для имитации вестибуло-окулярного рефлекса при посадке тяжелого летательного аппарата.
5. Гальванический корректор установки взора пилота при выполнении координированного виража, как часть биомехатронной системы «гальванический корректор плюс вестибуло-окулярная подсистема».
6. Отслеживание движений человека (трекинг). Классификация методов отслеживания. Применение инерциальных датчиков в задаче трекинга. Примеры позиционного трекинга. Окулография: методы отслеживания движений глаз, методы оценки качества стабилизации взора.

7. Применение принципа максимума Понтрягина в задачах моделирования движения биомехатронных систем. Задача оптимального разворота устройства спасения космонавта.
8. Явление алиазинга. Примеры алиазинга при генерации изображений. Методы алиазинга в задачах визуализации. Сравнение методов антиалиазинга по быстродействию и качеству результата.
9. Характеристики графического программного обеспечения (движков), предназначенного для рендеринга в реальном времени. Физический рендеринг. Примеры движков и их сравнение.
10. Системы дополненной реальности. Основные принципы вывода изображений в системах дополненной реальности. Методы отслеживания движений пользователя, применяемые в системах дополненной реальности. Камеры глубины: принцип работы и классификация.