1. Особенности нелинейных систем и их отличие от линейных. Три условия линейности системы.

Наблюдатели пониженного порядка (Луенбергера). Основные принципы построения,получение и преобразования вектора состояния, уравнение динамики ошибки оценивания и его анализ.

1. Основные математические и структурные модели нелинейных систем.Общая структура нелинейной системы.

Теорема Котельникова (прерывания, Шеннона). Спектр дискретного сигнала,нупольный портрет дискретной системы. Фиксирующий элемент (экстраполятор нулевого порядка).

1. Основные специфические свойства НЛС. Неограниченный рост сигнала в ограниченное время.Зависимость поведения от начальных условий.

Дискретные по времени функции и разностные уравнения.

1. Устойчивость и особые точки НЛС. Аттракторы и репеллеры.

z-преобразование.

Переход к z-преобразованию импульсного сигнала. Обратное z-преобразование.

1. Основные свойства нелинейных функций, нелинейности процесса управления (возникают управляющие воздействия, которые являются нелинейными) и нелинейности систем (возникают внутри самого объекта управления). Классификация нелинейностей. Типовые нелинейные элементы. К чему они относятся.

Дискретная передаточная функция. Пример вычисления дискретной передаточнойфункции апериодического звена. Общее выражение и свойства для ДПФ. Статическиесистемы, системы с астатизмом, реализуемость. Связь с импульсной переходнойфункцией, последовательное соединение подсистем

1. Нелинейные элементы с однозначными разрывными характеристиками: двухпозиционное реле без гистерезиса, трехпозиционное реле без гистерезиса, идеальное двухпозиционное реле.

Полюса передаточной функции. Анализ устойчивости. Расположение действительных полюсовна плоскости Z и порождаемые ими переходные процессы. W-преобразование и алгебраический критерий устойчивости.

1. Типовые нелинейные элементы. Нелинейные элементы с однозначными непрерывными характеристиками. Мертвая

зона насыщения, насыщение с мертвой зоной. Основной (обобщенный) класс нелинейности, принадлежности линейной

функции секторам.

Представление систем в пространстве состояний. Запись разностногоуравнения в векторной форме (метод прямого программирования). Блок-схема системы в пространстве состояний.

1. Методы линеаризации. Графические методы: метод касательных, метод секущих. Алгебраические методы: замена функций линейной аппроксимацией. Аналитическая линеаризацияв окрестности рабочей точки. Вычисление коэффициентов линеаризации методом наименьших квадратов.

Применение наблюдателей для решения задачи балансировки стержня.Процедура синтеза наблюдателей Луенбергера.

1. Гармоническая линеаризация. Эквивалентная линейная система. Определениепараметров колебаний на выходе эквивалентной системы. Эквивалентный коэффициент усиления. Описывающая функция и разложение в ряд Фурье.

Оценивание возмущений, модель внешней среды, квазимногочлены,процедура оценивания, модель углового движения искусственного спутника Земли по крену и оценка возмущающего момента. Анализ результатов моделирования.

1. Методы линеаризации. Гармоническая линеаризация. Пример вычисленийкоэффициента гармонической линеаризации для однозначных и многозначных нелинейностей, петля гистерезиса, двухпозиционное реле.

Иерархическая структура управления. История применения управляющих вычислителей.

1. Основные определения: фазовое пространство, фазовый портрет, изображающая точка,фазовая траектория. Элементы фазовых портретов нелинейных систем: предельные циклы, сепаратрисы. Перестройка фазового портрета – бифуркация. Классификация локальных структур фазового портрета через линейный анализ в окрестности исследуемой особой точки: узлы, центр, фокусы, седло.

Наблюдатель Калмана, определение параметров наблюдателя из условиямаксимального быстродействия. Многочлен Баттерворта. Дискретный наблюдатель состояния.

1. Фазовые траектории нелинейных систем. 4 класса траекторий. (Областьустойчивых движений, область устойчивых автоколебаний, областьнеустойчивых движений, область сложной динамики). Способы построенияфазовых портретов.

Постановка задачи и три типа оценок состояния. Модель объекта в непрерывнойи дискретных формах, возмущение и шум. Наблюдатели состояния. Принциппостроения и структурная схема. Уравнение наблюдателя. Ошибка оценивания.

1. Фазовый портрет нелинейных систем.

Устойчивость по Лагранжу, устойчивость по Пуассону и возвраты поПуанкаре. Понятие сечения Пуанкаре. Периодические, квазипериодические ихаотические движения. Устойчивость по Ляпунову. Алгоритм вычислениястаршего ляпуновского показателя. Карты ляпуновского показателя и ихприменение к анализу нелинейных систем.

1. Фазовый портрет нелинейных систем. Бифуркации. Проявление эффектовбифуркационной памяти в поведении динамической системы: слияние сисчезновением устойчивого и неустойчивого циклов, вынужденныеколебания нелинейного осциллятора, бифуркация слияния точек узел-седло.

Анализ фазовой траектории на устойчивость по линейному приближению и теоремы Ляпунова. Ляпуновские характеристические показатели (что такое спектр, пример вычисления для особой точки, связь с линейной системой). Ляпуновские показатели аттракторов, определение аттракторов, их виды, правила сигнатур, знаков ляпуновских показателей.

1. Понятие об адаптивных системах управления. Общие принципыпостроения адаптивных систем управления.

Понятие наблюдаемости и управляемости. Критерии наблюдаемости иуправляемости. Матрицы Фрабениуса и управляемое каноническоепредставление, управляемая форма Луенбергера, идентификационноеканоническое представление, наблюдаемая форма Луенбергера.