Теоретическая часть.

**Вариант I.**

Тема: Общие принципы структурного анализа сложных систем.

Вопросы:

1. Сложные системы

2. Методы исследования сложных систем.

3. Виды и элементы структурных схем.

4. Назначение и общие принципы структурного анализа сложных систем.

**Практическая часть**

**Тема: Определение и критерии устойчивости автоматических систем**

 **регулирования (АСР). Исследование устойчивости линейной САУ**

 **Теоретическое введение**

**Устойчивость автоматической системы** – это свойство системы

возвращаться в исходное состояние равновесия после прекращения

воздействия, выведшего систему из этого состояния. Неустойчивая система не возвращается в исходное состояние, а непрерывно удаляется от него.

Точная и строгая теория управления систем, описываемых

обыкновенными дифференциальными уравнениями, создана А.М. Ляпуновым в 1892.



Здесь, на рисунке а), *А0* – невозмущенное состояние, *А2* – возмущенное

состояние; на рисунке б) изображено неустойчивое состояние системы, а на

рисунке в) – ее нейтральное состояние. По аналогии с состояниями можно

ввести понятие возмущенного и невозмущенного движения.

Свободное движение линейной или линеаризованной системы

описывается однородным дифференциальным уравнением то система **неустойчива**.

Наконец, если свободная составляющая не стремится ни к нулю, ни к

бесконечности, то система находится **на границе устойчивости**.

Для определения устойчивости линейной непрерывной САУ можно

применять следующее общее условие устойчивости (**Правило Ляпунова**):

*Для устойчивости линейной автоматической системы управления необходимо и достаточно, чтобы действительные части всех корней характеристического уравнения системы были отрицательны.*



Основной недостаток правила Ляпунова, затрудняющий его

непосредственное применение, заключается в необходимости поиска корней

характеристического полинома. Существуют различные критерии (условия),

позволяющие судить о знаках корней характеристического уравнения по его

коэффициентам, не решая это уравнение.

Различают две группы критериев устойчивости: алгебраические (Рауса и

Гурвица), основанные на анализе коэффициентов характеристического

уравнения, и частотные (Михайлова), основанные на анализе частотных

характеристик.

**Алгебраический критерий устойчивости Гурвица**

*Автоматическая система, описываемая характеристическим уравнением*

Если хотя бы один из определителей, называемых определителями

Гурвица, отрицателен, то система **неустойчива**. Если главный определитель

Δ*п*=0, а все остальные определители неотрицательны, то система находится на

**границе устойчивости**.

Сформулируем **необходимое условие устойчивости**:

Для устойчивости линейной непрерывной САУ **необходимо** (но не всегда

достаточно!), чтобы все коэффициенты ее характеристического полинома были

положительны (одного знака).

Рассмотрим частные случаи применения критерия Гурвица для *n*=1; 2; 3;

4. Раскрывая определители, фигурирующие в общей формулировке критерия,

можно получить следующие условия.

1. Для уравнения первого порядка (*n*=1)

Т.о., для устойчивости систем не выше четвертого порядка необходимо

и достаточно, чтобы все коэффициенты характеристического уравнения и

определитель Δ*п-1* были положительными. 

**Формулировка критерия Михайлова:**

*Автоматическая система управления, описываемая уравнением п-го порядка, устойчива, если при изменении ω от 0 до ∞ характеристический вектор системы D (jω) повернется против часовой стрелки на угол nπ/2, не обращаясь при этом в нуль.*

Это означает, что характеристическая кривая устойчивой системы

должна при изменении с *ω* до 0 до ∞ пройти последовательно через *n*

квадрантов. Из приведенных выше выражений следует, что кривая *D (jω)*

всегда начинается в точке на действительной оси, удаленной от начала

координат на величину *ап.*

Характеристические кривые, соответствующие устойчивым системам

(рис. б), имеют плавную спиралеобразную форму и уходят в бесконечность в

том квадранте, номер которого равен порядку уравнения. Если

характеристическая кривая проходит п квадрантов не последовательно или

проходит меньшее число квадрантов, система неустойчива (рис. в).

Если кривая *D* (*jω*) проходит через начало координат, то система

находится на границе устойчивости. Действительно, если характеристическое уравнение имеет один нулевой корень *рk* = 0 (апериодическая граница устойчивости) или одну пару чисто мнимых корней *рk* = ± *jβk* (колебательная граница устойчивости), то функция *D* (*jω*) при *ω* = 0 или *ω* = *βk* обратится в нуль.

**Содержание домашнего задания**

Определить устойчивость САУ двумя способами – с помощью:

1. Критерия Гурвица;

3. Критерия Михайлова.

Выполнить вариант №4

