

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Е.В. Иванова

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ КРИТЕРИЕЯ МИХАЙЛОВА

*Методические указания к выполнению лабораторной работы
по дисциплине «Автоматизированные системы управления АЭС» для студентов
направления 140404 "Атомные электрические станции и установки" Энергетического
института*

Издательство
Томского политехнического университета
2015

УДК 621.311.25

Исследование устойчивости автоматических систем с применением критерия Михайлова.

Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Автоматизированные системы управления АЭС» для студентов направления 140404 "Атомные электрические станции и установки" Энергетического института. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. - 7 с.

Составитель: ст. преп., к.ф.-м.н. Иванова Е.В.

Рецензент: доцент, к.т.н. Озерова И.П.

Методические указания рассмотрены и рекомендованы методическим семинаром кафедры автоматизации теплоэнергетических процессов «__» _____ 2015 г.

Заведующий кафедрой АТП,
канд. техн. наук, доцент _____ Озерова И.П.

ВВЕДЕНИЕ

Цель работы заключается в изучении критерия устойчивости Михайлова.

Задачами лабораторной работы являются:

- экспериментальное определение устойчивости автоматической системы третьего порядка с применением критерия Михайлова;
- проверка расчетов "вручную".

УСТОЙЧИВОСТЬ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ

Устойчивой считается та система, которая после исчезновения внешних воздействий может вернуться в состояние равновесия [1] (рис. 1).

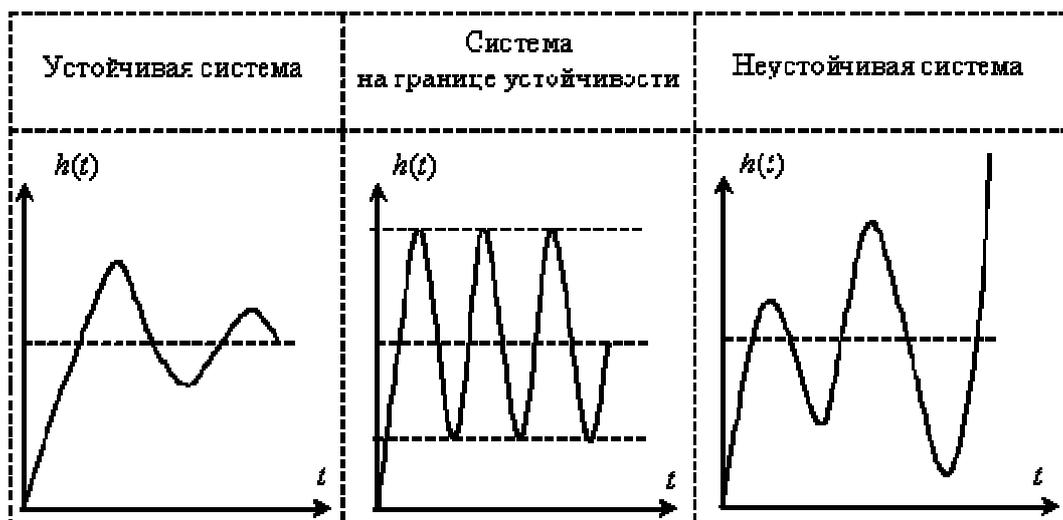


Рис. 1. Классификация устойчивости систем автоматического регулирования

Можно сформулировать условие устойчивости автоматических систем: для устойчивости линейной системы необходимо и достаточно, чтобы все корни ее характеристического уравнения были левыми, т.е. корни должны лежать слева от мнимой оси в комплексной плоскости.

Важное значение имеют правила, позволяющие определить устойчива система или нет, не вычисляя при этом корни характеристического уравнения. Такие правила называют критериями устойчивости.

Все критерии устойчивости делят на алгебраические и частотные.

Частотные критерии позволяют судить об устойчивости системы по виду ее частотных характеристик. Такие критерии относятся к графоаналитическим и достаточно широко распространены. К ним относятся критерии Михайлова и Найквиста.

Критерий Михайлова

При применении критерия Михайлова рассматривают функцию комплексного переменного $M(i\omega)$, полученную при подстановке $p=i\omega$ в характеристический полином системы управления:

$$M(i\omega) = a_n(i\omega)^n + a_{n-1}(i\omega)^{n-1} + \dots + a_1 \cdot i\omega + a_0.$$

Об устойчивости системы судят по виду кривой, описываемой в плоскости комплексного переменного концом вектора $M(i\omega)$ при изменении ω от 0 до ∞ (годограф Михайлова).

Система n -го порядка является устойчивой, если годограф вектора $M(i\omega)$, никогда не обращаясь в нуль, проходит последовательно против часовой стрелки n квадратов, начинаясь с положительной ветви вещественной оси [2] (рис. 2).

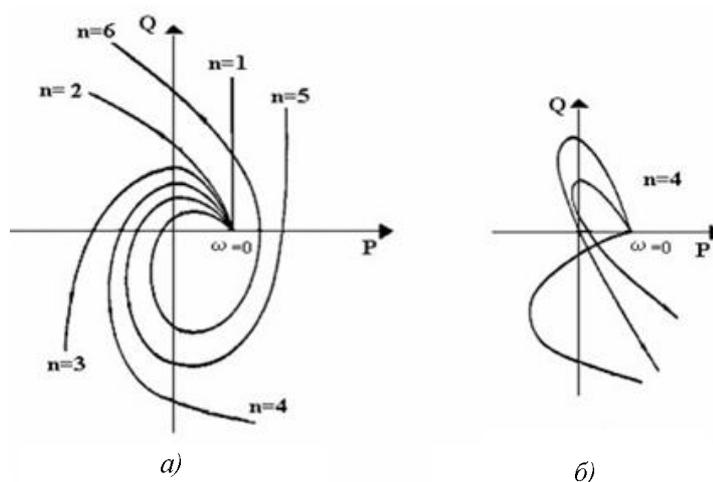


Рис. 2. Годографы Михайлова: а – для устойчивых систем порядка n ; б – для неустойчивых систем

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ

1. Запустить программу «TauLab» с рабочего стола.
2. Выбрать в меню «Программы» пункт «КМ».
3. На вкладке «Выбор критерия» нажать кнопку «Критерий Михайлова».
4. Перейти на вкладку «Ввод исходных данных и Решение». Согласно заданному варианту ввести исходные данные. Подобрать шаг по частоте таким образом, чтобы по годографу Михайлова можно было сделать вывод об устойчивости системы.
5. Зафиксировать значения частоты, вещественной и мнимой составляющих годографа Михайлова.
6. Проверить «вручную» правильность расчетов.
7. Сделать выводы.

ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

Варианты индивидуальных заданий приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Варианты исходных данных ($a_0 = 1$)

№ вар	a_3	a_2	a_1
1	28	14	7
2	11	21	15
3	2	4	6
4	15	10	5
5	80	45	16
6	22	12	48
7	3	6	9
8	9	6	3
9	14	11	8
10	24	19	5
11	38	21	17
12	57	44	3

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Теоретические сведения об устойчивости автоматических систем, критерии Михайлова.
2. Порядок проведения лабораторной работы.
3. Полученные значения составляющих годографа Михайлова.
4. Расчет «вручную» годографа Михайлова.
5. В одной координатной плоскости годографы Михайлова, полученные "вручную" и экспериментально.
6. Ответы на контрольные вопросы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие бывают виды автоматических систем в классификации устойчивости?
2. Как получить годограф Михайлова?
3. Как по годографу определить устойчивость автоматической системы?
4. Сколько квадратов должен проходить годограф Михайлова, если автоматическая система - четвертого порядка?
5. Покажите, как выглядит годограф Михайлова для системы на границе устойчивости.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Теория автоматического управления, часть 1 / под ред. Воронова А.А., – Москва: Высшая школа, 1977 г. – 153 с.
2. Ефимов М.В. Теория автоматического управления, – Москва: МГУП, 2006 г. – 420 с.

Евгения Владимировна Иванова

Исследование устойчивости автоматических систем с применением критерия Михайлова.

Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Автоматизированные системы управления АЭС» для студентов направления 140404 "Атомные электрические станции и установки" Энергетического института.

Подписано к печати _____.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная.

Печать RISO. Усл. печ. л. 0.75. Уч.-изд. л. 0.7.

Тираж _____ экз. Заказ _____ . Цена свободная.

Издательство ТПУ. 634050, Томск, пр. Ленина 30.