

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедра АПУ

ОТЧЕТ
по лабораторной работе №2
по дисциплине «Теория автоматического управления. Часть 2.
Нелинейные системы»
Тема: Логические алгоритмы управления

Студент гр. 2392

Жук Ф.П.

Преподаватель

Имаев Д.Х.

Санкт-Петербург

2025

Цель работы.

Исследование гибридных систем управления с использованием релейных регуляторов и конечных автоматов на примере системы стабилизации температуры.

Обработка результатов эксперимента.

В ходе работы была заработана модель гибридной системы (рис. 1), которая выполняла задачу стабилизации температуры.

```
def ode_sys_1_control(x):
    try:
        ode_sys_1_control.state
    except:
        ode_sys_1_control.state = 0
    c_1 = x >= 21
    c_2 = x >= 23

    if not c_1 and not c_2:
        ode_sys_1_control.state = 1
        return 1
    elif c_1 and c_2:
        ode_sys_1_control.state = 0
        return 0
    elif c_1 and not c_2 and ode_sys_1_control.state==1:
        ode_sys_1_control.state = 1
        return 1
    elif c_1 and not c_2 and ode_sys_1_control.state==0:
        ode_sys_1_control.state = 0
        return 0

def ode_sys_1(x, t):
    v, theta = x

    u = 220 * ode_sys_1_control(theta)
    dv_dt = (u - v)/T_1
    dtheta_dt = (k*v - theta) / T_2
    return (dv_dt, dtheta_dt)
```

Рис. 1 – Код модели

Далее было промоделирована данная модель, в ходе моделирования был получен график 2.



Рис. 2 – График изменения температуры

Для анализа установившегося режима выделим участок с 80 до 200 секунд (рис. 3) и отцентрируем его.

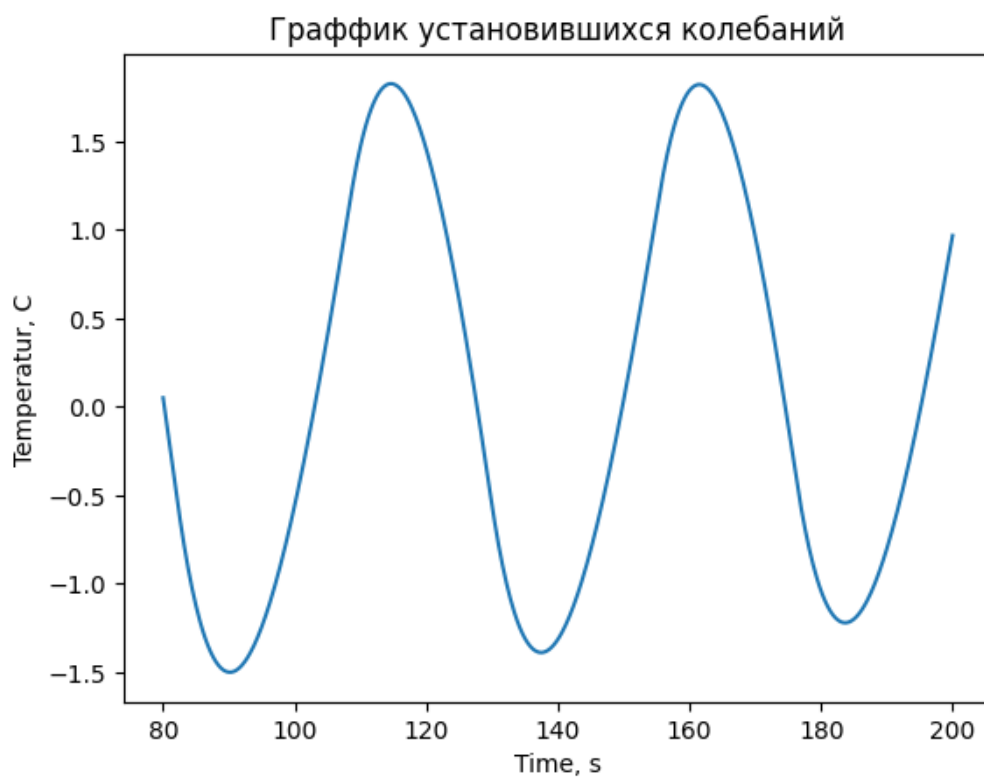


Рис. 3 – Установившийся участок

Для определения частоты и амплитуды разложим сигнал по фурье (рис. 4).

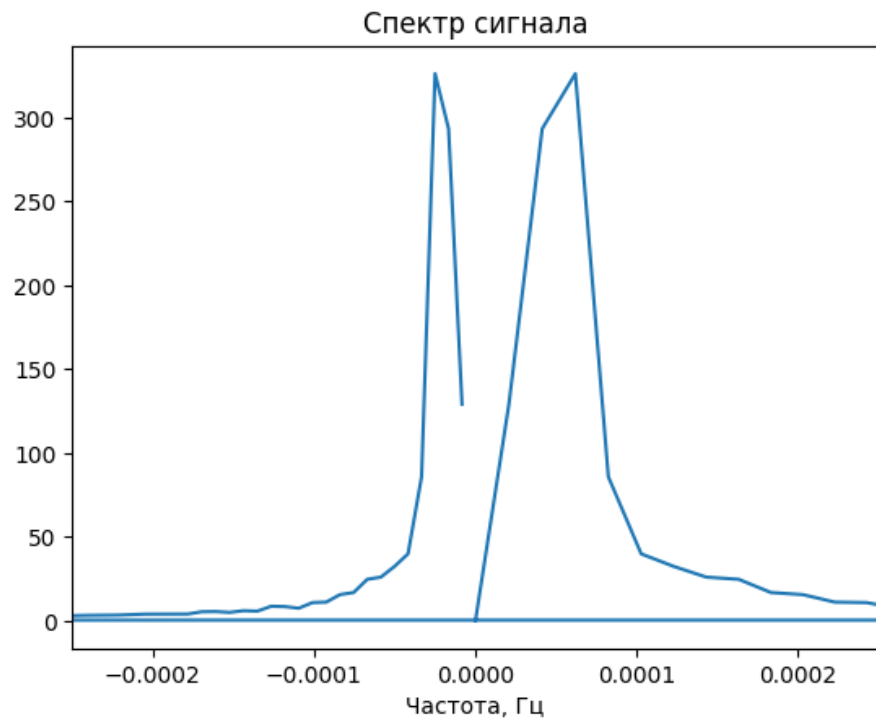


Рис. 4 – Спектр сигнала

Исходя из спектра получим, что частота сигнала примерно 0.00008 Гц, а амплитуда примерно 1.6 градуса.

Далее, гистерезис был заменен на идеальное реле (рис. 5).



Рис. 5 - График температуры при использовании идеального реле

Анализ графика демонстрирует затухание температурных колебаний с одновременным увеличением их частоты. На завершающем участке кривая принимает почти горизонтальный вид, что свидетельствует о критически высокой частоте переключений реле (включение/выключение). Подобный режим работы приводит к ускоренному износу устройства, что делает данную методику управления непригодной для практического применения в реальных системах регулирования.

Выводы.

В ходе исследования логических алгоритмов управления были изучены два типа регуляторов: конечный автомат с реле с гистерезисом и идеальное реле. Реализация идеального реле продемонстрировала затухающие колебания температуры, обеспечивая её стабилизацию в заданном диапазоне, что свидетельствует о высокой точности управления. Однако реле с гистерезисом, несмотря на менее выраженное затухание, снижает частоту переключений, уменьшая износ оборудования. Сравнение показало, что идеальное реле эффективнее поддерживает целевую зону температур, но требует более точной настройки параметров. Для систем, где критична долговечность компонентов, предпочтительнее гистерезисный регулятор.