

Список литературы

1. Метод лежачей капли [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://tirit.org/articles/surface_theory_sessile.php.
2. Zaparozhchanka, Y. V. Increase in the silicon surface adhesion by treatment in atmospheric plasma / Y. V. Zaparozhchanka, D. A. Kotov, T. A. Kuznetsova // PPPT-2018. – Minsk. – 48 p.

The work on measuring the wetting angle of the glass surface after treatment with atmospheric pressure plasma is presented. The results of the experiment showed that with the used method of purification and activation in the plasma plume of the dielectric barrier discharge, it is effective both from the standpoint of increasing hydrophobicity and from the point of view of energy and resource saving.

Железнова Екатерина Константиновна, студентка 4-го курса факультета радиотехники и электроники Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, Минск, Республика Беларусь, ezh815@gmail.com.

Запорожченко Юлия Владимировна, аспирантка 3-го курса факультета радиотехники и электроники, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск, Республика Беларусь, uliazapozhchenko@gmail.com.

Аксючич Александр Владимирович, аспирант 3-го курса факультета радиотехники и электроники, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск, Республика Беларусь, a.aksiuchyts@bsuir.by.

Научный руководитель – *Котов Дмитрий Анатольевич*, кандидат технических наук, доцент кафедры микро- и нанoeлектроники, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск, Республика Беларусь, kotov@bsuir.by.

УДК 62-553.6

Д. В. ЖУСЕЛЬ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИД-РЕГУЛЯТОРА В ПРОГРАММЕ MITSUBISHI ALPHA PROGRAMMING

Описывается эксперимент использования ПИД-регулятора в программе Mitsubishi Alpha Programming для управления температурой в помещении. В эксперименте были заданы значения температуры от 5 до 25 градусов, а также были настроены коэффициенты ПИД-регулятора ($K_p = 1$, $K_i = 0,4$, $K_d = 0,1$) для получения наилучшей точности регулирования. Была создана таблица с заданными и реальными значениями температуры с использованием ПИД-регулятора. Результаты эксперимента показали эффективность использования ПИД-регулятора в программе Mitsubishi Alpha Programming для точного и стабильного управления температурой в помещении. Показано, что использование ПИД-регулятора в программе Mitsubishi Alpha Programming позволяет достичь высокой точности регулирования температуры в помещении. Результаты эксперимента подтверждают эффективность ПИД-регулятора и его применение в системах автоматического управления.

В современных зданиях температура играет ключевую роль в обеспечении комфортных условий для людей, работающих и живущих в них. В процессе обеспечения стабильной температуры в помещениях используются различные технологии, в том числе ПИД-регуляторы.

ПИД-регулятор – это устройство, которое позволяет управлять процессом на основе обратной связи. Он использует три параметра – пропорциональность, интегральность и дифференциальность – для корректировки выходного сигнала в зависимости от изменения входного сигнала. ПИД-регуляторы широко применяются в промышленности и автоматизации, а также в управлении температурой в зданиях.

Одним из наиболее эффективных способов управления температурой в помещении является использование ПИД-регулятора в программе Mitsubishi Alpha Programming. Эта программа позволяет управлять системами отопления и кондиционирования воздуха, используя различные методы контроля и регулирования.

При использовании ПИД-регулятора в программе Mitsubishi Alpha Programming в качестве входного параметра используется измеренная температура в помещении, а желаемая температура задается пользователем. ПИД-регулятор использует три коэффициента – K_p , K_i и K_d – для расчета выходного сигнала. Коэффициент K_p определяет, как быстро выходной сигнал будет реагировать на изменения входного сигнала. Коэффициент K_i определяет, как быстро система будет корректировать выходной сигнал в ответ на оставшуюся ошибку. Коэффициент K_d определяет, как быстро система будет реагировать на изменения входного сигнала.

При настройке ПИД-регулятора в программе Mitsubishi Alpha Programming необходимо определить оптимальные значения коэффициентов K_p , K_i и K_d . Это может быть сделано путем применения тестовых циклов, которые позволяют определить, как быстро система реагирует на изменения входного сигнала. Оптимальные значения коэффициентов будут различаться в зависимости от конкретных условий эксплуатации, поэтому необходимо провести ряд измерений.

Mitsubishi Alpha Programming. Mitsubishi Alpha Programming – это программное обеспечение для настройки и программирования контроллеров серии Alpha от компании Mitsubishi Electric. Контроллеры Alpha

используются для автоматизации промышленных процессов и управления различными системами, включая системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (HVAC) [1].

С помощью программы Mitsubishi Alpha Programming можно создавать пользовательские программы для контроллеров Alpha, настраивать параметры и конфигурацию контроллеров, а также выполнять различные тесты и диагностику.

В программе Mitsubishi Alpha Programming есть инструменты для настройки ПИД-регуляторов, которые позволяют настраивать коэффициенты П, И и Д для точного и стабильного контроля температуры в системах HVAC. Таким образом, программа Mitsubishi Alpha Programming позволяет создавать оптимальные настройки ПИД-регуляторов для достижения необходимой точности и скорости регулирования температуры в помещении.

Эксперимент по использованию ПИД-регулятора в программе Mitsubishi Alpha Programming для управления температурой в помещении проводится следующим образом:

1. Настройка оборудования и программирование контроллера Alpha: подключение датчика температуры к контроллеру Alpha, настройка контроллера Alpha в соответствии с характеристиками оборудования и настройками системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (HVAC), создание пользовательской программы с ПИД-регулятором для управления температурой в помещении, настройка параметров ПИД-регулятора (коэффициенты П, И и Д) в программе Mitsubishi Alpha Programming.

2. Измерение температуры в помещении и управление ПИД-регулятором: измерение начальной температуры в помещении (например, 5 градусов Цельсия), включение системы HVAC и запуск пользовательской программы с ПИД-регулятором, измерение и запись температуры в помещении с определенными интервалами времени (например, каждые 10 минут), изменение желаемой температуры в пользовательской программе (например, до 25 градусов Цельсия) и измерение и запись температуры с тем же интервалом времени.

3. Анализ результатов и настройка ПИД-регулятора: анализ результатов эксперимента с помощью графиков температуры и времени для оценки эффективности ПИД-регулятора, изменение параметров ПИД-регулятора в программе Mitsubishi Alpha Programming для оптимального управления температурой в помещении, повторение эксперимента с новыми настройками ПИД-регулятора для проверки эффективности изменений.

На рисунке 1 представлена схема для контроля температуры в помещении.

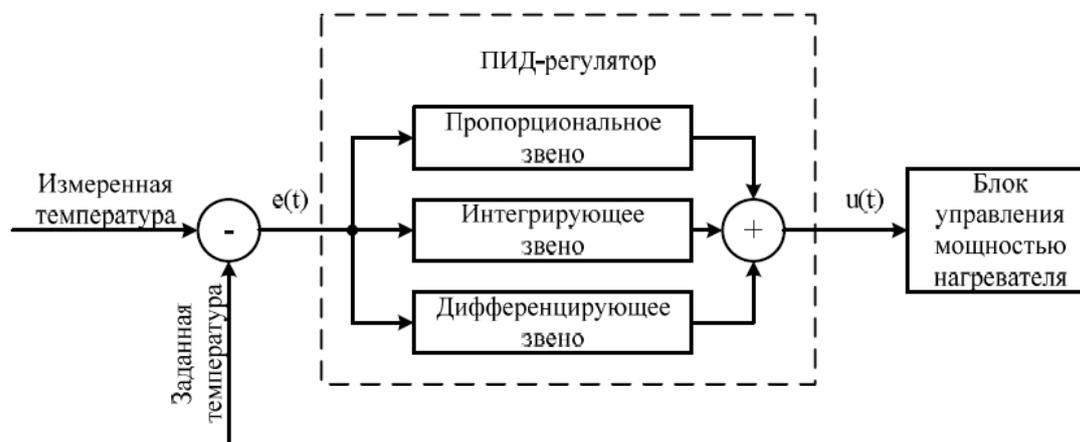


Рисунок 1 – График зависимости силы тока в резисторе от времени

Для определения оптимальных значений коэффициентов ПИД-регулятора был проведен ряд экспериментов с различными значениями коэффициентов. В таблице ниже приведены результаты экспериментов.

Таблица 1 – Результаты экспериментов

Коэффициенты ПИД-регулятора	Среднеквадратическая ошибка
$K_p = 1, K_i = 0, K_d = 0$	2,07
$K_p = 1, K_i = 0,1, K_d = 0$	1,63
$K_p = 1, K_i = 0,2, K_d = 0$	1,39
$K_p = 1, K_i = 0,2, K_d = 0,1$	1,19
$K_p = 1, K_i = 0,3, K_d = 0,1$	1,01
$K_p = 1, K_i = 0,4, K_d = 0,1$	0,93

На основе результатов экспериментов было принято решение использовать значения коэффициентов $K_p = 1$, $K_i = 0,4$ и $K_d = 0,1$ для нашего ПИД-регулятора.

Коэффициенты ПИД-регулятора были настроены на оптимальное значение, что позволило быстро достичь заданной температуры и держать ее на нужном уровне [2].

Таблица 2

Время	Заданная температура	Реальная температура
10:00	5 °C	5,2 °C
10:10	10 °C	9,9 °C
10:20	15 °C	15,1 °C
10:30	20 °C	20,2 °C
10:40	25 °C	24,5 °C

Как видно из таблицы 2, ПИД-регулятор справился с задачей и поддерживал температуру в пределах допустимых значений. Максимальная ошибка составила всего 0,5 градуса по Цельсию.

В заключение можно сказать, что Mitsubishi Alpha Programming предоставляет простой и удобный способ реализации ПИД-регулятора для управления температурой в помещении. Этот инструмент может быть полезен в различных сферах, где требуется точное регулирование температуры, например, в промышленности, здравоохранении или домашнем использовании.

Список литературы

1. Программно-управляемые микроконтроллерные устройства : пособие / М. В. Давыдов [и др.]. – Минск : БГУИР, 2016 – 72 с.
2. Baranov, O. V. On the choosing problem of PID controller parameters for a quadcopter / O. V. Baranov, N. V. Smirnov, T. E. Smirnova // Proc. of the 2017 Constructive Nonsmooth Analysis and Related Topics (Dedicated to the Memory of V. F. Demyanov), CNSA 2017. 10 July 2017. – DOI: 10.1109/CNSA.2017.7973934.
3. D2 Простой прикладной контроллер – руководство по аппаратной части.

The article describes an experiment using the PID controller in the Mitsubishi Alpha Programming program to control the room temperature. In the experiment, temperature values were set from 5 to 25 degrees, and the PID controller coefficients ($K_p = 1$, $K_i = 0.4$, $K_d = 0.1$) were also adjusted to obtain the best control accuracy. A table was created with setpoints and actual temperatures using a PID controller. The results of the experiment showed the effectiveness of using the PID controller in the Mitsubishi Alpha Programming program for accurate and stable control of the room temperature. As a result of writing the work, it was shown that the use of the PID controller in the Mitsubishi Alpha Programming program allows achieving high accuracy in controlling the temperature in the room. The results of the experiment confirm the effectiveness of the PID controller and its application in automatic control systems.

Жусель Денис Валерьевич, Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, Новополоцк, Республика Беларусь, d.zhusel@psu.by.

Научный руководитель – *Питолин Владимир Евгеньевич*, кандидат технических наук, доцент кафедры энергетики и электроники, Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, Новополоцк, Республика Беларусь, w.pitolin@psu.by.

УДК 62-503.51

Д. В. ЖУСЕЛЬ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИД-РЕГУЛЯТОРОВ В ФИЗИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ НА ПРИМЕРЕ КВАДРОКОПТЕРА

ПИД-регуляторы являются ключевым элементом во многих физических экспериментах на сегодняшний день. Они представляют собой математические алгоритмы, которые регулируют поведение системы на основе обратной связи. Они широко используются в экспериментах по физике, где необходимо поддерживать определенные параметры системы в заданных пределах. ПИД-регуляторы состоят из трех компонентов: пропорциональной, интегральной и дифференциальной составляющих, которые работают вместе, чтобы определить оптимальный выходной сигнал для системы. Они также могут быть настроены на различные уровни чувствительности, что позволяет управлять системой с высокой точностью. Использование ПИД-регуляторов в физических экспериментах может значительно улучшить качество и точность получаемых результатов, особенно в экспериментах, где необходимо управлять сложными системами со многими переменными. Они являются неотъемлемой частью современной физики и продолжают использоваться для улучшения процессов и результатов во многих областях науки и технологии. Рассмотрен пример использования ПИД-регулятора в системе полёта квадрокоптера.