

Лабораторное занятие № 5 "Движение мобильного робота по черной линии с помощью одного датчика цвета, используя ПИД регулятор"

Введение

Пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регулятор используется в системах автоматического управления для формирования управляющего сигнала с целью получения необходимых точности и качества переходного процесса. ПИД-регулятор формирует управляющий сигнал, являющийся суммой трёх слагаемых, первое из которых пропорционально разности входного сигнала и сигнала обратной связи (сигнал рассогласования), второе — интеграл сигнала рассогласования, третье — производная сигнала рассогласования.

Если какие-то из составляющих не используются, то регулятор называют пропорционально-интегральным, пропорционально-дифференциальным, пропорциональным и т. п.

Пропорциональная составляющая вырабатывает выходной сигнал, противодействующий отклонению регулируемой величины от заданного значения, наблюдаемому в данный момент времени. Он тем больше, чем больше это отклонение. Если входной сигнал равен заданному значению, то выходной равен нулю. Однако при использовании только пропорционального регулятора значение регулируемой величины никогда не стабилизируется на заданном значении. Существует так называемая статическая ошибка, которая равна такому отклонению регулируемой величины, которое обеспечивает выходной сигнал, стабилизирующий выходную величину именно на этом значении. Например, в регуляторе температуры выходной сигнал (мощность нагревателя) постепенно уменьшается при приближении температуры к заданной, и система стабилизируется при мощности равной тепловым потерям. Температура не

может достичь заданного значения, так как в этом случае мощность нагревателя станет равна нулю, и он начнёт остывать.

Чем больше коэффициент пропорциональности между входным и выходным сигналом (коэффициент усиления), тем меньше статическая ошибка, однако при слишком большом коэффициенте усиления, при наличии задержек в системе, могут начаться автоколебания, а при дальнейшем увеличении коэффициента система может потерять устойчивость.

Интегральная составляющая пропорциональна интегралу от отклонения регулируемой величины. Её используют для устранения статической ошибки. Она позволяет регулятору со временем учесть статическую ошибку. Если система не испытывает внешних возмущений, то через некоторое время регулируемая величина стабилизируется на заданном значении, сигнал пропорциональной составляющей будет равен нулю, а выходной сигнал будет полностью обеспечивать интегральная составляющая. Тем не менее, интегральная составляющая также может приводить к автоколебаниям.

Дифференциальная составляющая пропорциональна темпу изменения отклонения регулируемой величины и предназначена для противодействия отклонениям от целевого значения, которые прогнозируются в будущем. Отклонения могут быть вызваны внешними возмущениями или запаздыванием воздействия регулятора на систему.

$$U(t) = P + I + D = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{de}{dt}, \quad (5.1)$$

где K_p , K_i , K_d — коэффициенты усиления пропорциональной, интегральной и дифференциальной составляющих регулятора, соответственно;

$e = (x_0 - x)$ — называется невязкой или рассогласованием;

x_0 — заданное значение;

x — некоторое измененное значение.

П-регулятор — это частный вид ПИД-регулятора без учета интегральной и дифференциальной составляющих.

Пример использования П регулятора:

```
task main()
{
    int offset = 25; //эталонное значение освещенности на
границе черной линии и поля
    int error = 0;
    int k = 2; //коэффициент усиления
    int speed = 50; //мощность, подаваемая на двигатели
    int left = 0; //мощность, подаваемая на левый двигатель, с
учетом ошибки
    int right = 0; // мощность, подаваемая на правый двигатель,
с учетом ошибки
    SetSensorColorRed(S3); //инициализация датчика цвета
    while (true) //бесконечный цикл
    {
        int light = SENSOR_3; //постоянно получаемое значение
освещенности с датчика
        error = offset - light; //постоянное вычисление ошибки
        left = speed + k * error;
        right = speed - k * error;
        OnFwd(OUT_B, left); //мощность, подаваемая на левый
мотор
        OnFwd(OUT_C, right); //мощность, подаваемая на правый
мотор
    }
}
```

При движении на мощностях близких к максимальным (максимум равен 100) иногда возникают ситуации такого рода, что на двигатели подается мощность больше 100. Чтобы избежать этого, можно искусственно ограничить мощность, подаваемую двигателям. Для этого необходимо написать следующую функцию:

```
void Move(int left, int right) {
    if (left < -100) left = -100;
```

```
if (right < -100) right = -100;
if (left > 100) left = 100;
if (right > 100) right = 100;
OnFwd(OUT_B, left);
OnFwd(OUT_C, right);
}
```

На вход подаются значения мощности для левого и правого двигателя, и если они больше пороговых значений, то на двигатели поступают только пороговые значения.

Задание

- Написать следующие программы:
 - Движение вдоль черной линии используя П-регулятор
 - Движение вдоль черной линии используя ПИ-регулятор
 - Движение вдоль черной линии используя ПИД-регулятор
- Подготовить отчет с текстами написанных программ

Ход выполнения работы

1. Запустить среду VixsCC.
2. Создать новую программу с названием lab05.nxs.
3. Выполнить задание.
4. Подготовить отчет с текстами созданных программ.

Контрольные вопросы

1. Для чего используется ПИД регулятор?
2. В чем преимущества ПИ регулятора по сравнению с П регулятором?