

ВАРИАНТЫ П-РЕГУЛЯТОРОВ

**Алферьев И.С., Федюк Р.С., Даниленко В.В., Комардин Д.В., Мионов К.К.
научный руководитель Мочалов А.В.
Дальневосточный федеральный университет**

Пропорциональный регулятор (П-регулятор) является статическим регулятором, то есть в статике существует статическая (установившаяся) ошибка, которая необходима для формирования необходимого управляющего сигнала. На рис. 1 представлена структура П-регулятора.

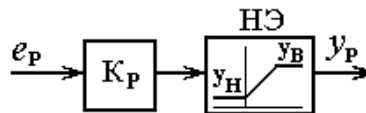


Рис. 1. Структура пропорционального регулятора

Рис. 2 иллюстрирует возникновение статической ошибки при исходном нулевом сигнале регулятора.

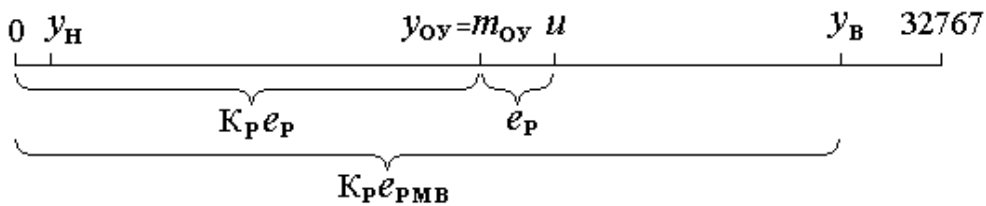


Рис. 2. Формирование пропорционального управления без смещения

Если $K_{Oy} = 1$, то в статике $y_{Oy} = m_{Oy} = K_p e_p = K_p (u - y_{Oy})$, отсюда

$$y_{Oy} = \frac{K_p u}{K_p + 1}, \quad e_p = \frac{u}{K_p + 1}.$$

Чтобы управляющий сигнал y_p не превышал верхнего y_B , или нижнего y_H значений, ошибку необходимо ограничить на уровне величин

$$e_{pmb} = y_B / K_p, \quad e_{pmh} = y_H / K_p \tag{1}.$$

Теоретически свести статическую ошибку к нулю можно, введя смещение равное по величине $y_{pсм} = u / K_{Oy}$. На рис. 3 показано, что ошибка (при $K_{Oy}=1$) возникает только, если $y_{Oy} \neq u$.

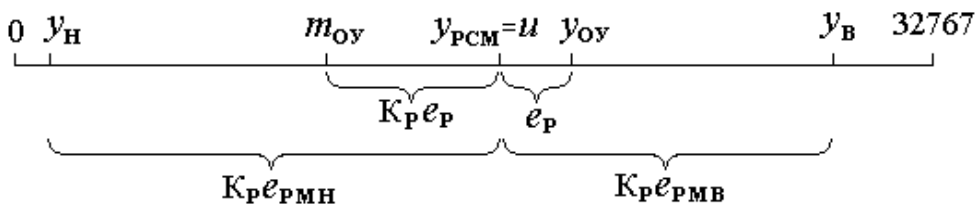


Рис. 3. Формирование пропорционального управления со смещением

Дальнейшие выкладки будем вести, считая, что все вычисления осуществляются в целочисленной арифметике без знака.

При отрицательной ошибке, ее модуль не должен превышать величины

$$e_{PMH} = \frac{y_{PCM} - y_H}{K_P}, \quad (2)$$

а управляющий сигнал формируется по формуле

$$m_P = y_{PCM} - K_P |e_P|. \quad (3)$$

При положительной ошибке, ее модуль не должен превышать величины

$$e_{PMB} = \frac{y_B - y_{PCM}}{K_P}, \quad (4)$$

а управляющий сигнал формируется по формуле

$$m_P = y_{PCM} + K_P |e_P|. \quad (5)$$

Рассмотрим 6 вариантов П-регулятора

Вариант 1. П – регулятор без смещения в формате WORD

- Вычисления ведутся в формате WORD (целое шестнадцатиразрядное число без знака). Переполнение результатов вычисления не допускается.

- Задающий сигнал u и сигнал обратной связи y_{OY} нормируются только до формата INT.

- Путем сравнения задающего сигнала u с сигналом обратной связи y_{OY} определяется знак ошибки. Знак ошибки запоминается в виде флага.

- С учетом знака ошибки вычисляется модуль ошибки.

- Если ошибка отрицательна, то заменяем ее положительным значением ошибки $e_P = e_{PMH}$.

- Если ошибка положительна то она должна быть ограничена диапазоном, определяемым уравнениями (1).

- Формируем управляющий сигнал $m_P = K_P e_P$.

- Выводится сигнал управления на выход AQW0.

- Программа автоматически, по окончании листинга возвращается на начало.

Вариант 2. П – регулятор со смещением в формате WORD

Вычисления ведутся в формате WORD (целое шестнадцатиразрядное число без знака). Переполнение результатов вычисления не допускается.

- Задающий u сигнал и сигнал обратной связи y_{OY} нормируются только до формата INT.

- Путем сравнения задающего сигнала u с сигналом обратной связи y_{OY} определяется знак ошибки. Знак ошибки запоминается в виде флага.

- С учетом знака ошибки вычисляется модуль ошибки $|e_P|$.

- При положительной ошибке ее величина ограничивается на уровне, задаваемым выражением (2), а управление формируется по уравнению (3).

- При отрицательной ошибке ее величина ограничивается на уровне, задаваемым выражением (4), а управление формируется по уравнению (5).

- Выводится сигнал управления на выход AQW0.

- Программа автоматически, по окончании листинга возвращается на начало.

Вариант 3. П – регулятор без смещения в формате INT

- Все вычисления ведутся в формате INT (целое шестнадцатиразрядное число со знаком). Переполнение результатов вычисления допускается.

- Задающий u сигнал и сигнал обратной связи y_{OY} нормируются только до формата INT.

- Вычисляется ошибка $e_P = u - y_{OY}$ как целое со знаком.

- Формируем управляющий сигнал $m_P = K_P e_P$. Возможно возникновение переполнения, что сбрасывает флаг на выходе ENO блока умножения.

- Если возникло переполнение, то по e_P определяется знак ошибки. При положительной ошибке принимаем $m_P = y_B$, при отрицательной ошибке принимаем $m_P = y_H$.

- Если нет переполнения и сигнал m_P отрицательный, то заменяем его положительным значением $m_P = y_H$.

- Если нет переполнения и сигнал m_P положительный, то ограничиваем его сверху значением y_B , а снизу значением y_H .

- Выводится сигнал управления на выход AQW0.

- Программа автоматически, по окончании листинга возвращается на начало.

Вариант 4. П – регулятор со смещением в формате INT

- Все вычисления ведутся в формате INT (целое шестнадцатиразрядное число со знаком). Переполнение результатов вычисления допускается.

- Задающий u сигнал и сигнал обратной связи y_{OY} нормируются только до формата INT.

- Вычисляется ошибка $e_P = u - y_{OY}$ как целое со знаком.

- Формируем добавку к управляющему сигналу $d m_P = K_P e_P$. Возможно возникновение переполнения, что сбрасывает флаг на выходе ENO блока умножения.

- Если возникло переполнение, то по e_P определяется знак ошибки. При положительной ошибке принимаем $m_P = y_B$, при отрицательной ошибке принимаем $m_P = y_H$.

- Если нет переполнения, то сигнал управления формируем согласно выражению $m_P = y_{PCM} + d m_P$.

- Если после суммирования возникло переполнение то за управляющий сигнал принимаем $m_P = y_B$.

- Если после суммирования нет переполнения, то сигнал m_P ограничиваем его сверху значением y_B , а снизу значением y_H .

- Выводится сигнал управления на выход AQW0.

- Программа автоматически возвращается на начало.

Вариант 5. П – регулятор без смещения в формате REAL

- Вычисления для регулятора ведутся в формате REAL (число с плавающей точкой). Переполнение не достигается.

- Задающий u сигнал и сигнал обратной связи y_{OY} нормируются до формата REAL.

- Вычисляется ошибка $e_P = u - y_{OY}$ в формате REAL.

- Формируем управляющий сигнал $m_P = K_P e_P$ в формате REAL.

- Сигнал m_P в формате REAL ограничиваем сверху значением y_B , а снизу значением y_H .

- Преобразуем сигнал m_p в формат INT.
- Выводится сигнал управления на выход AQW0.
- Программа автоматически, по окончании листинга возвращается на начало.

Вариант 6. П – регулятор со смещением в формате REAL

- Вычисления для регулятора ведутся в формате REAL (число с плавающей точкой).

Переполнение не достигается.

- Задающий u сигнал и сигнал обратной связи y_{OY} нормируются до формата REAL.
- Вычисляется ошибка $e_p = u - y_{OY}$ в формате REAL.
- Формируем управляющий сигнал $m_p = y_{PCM} + K_p e_p$ в формате REAL.
- Сигнал m_p в формате REAL ограничиваем сверху значением y_B , а снизу значением

y_H .

- Преобразуем сигнал m_p в формат INT.
- Выводится сигнал управления на выход AQW0.
- Программа автоматически, по окончании листинга возвращается на начало.