

УДК 681.527

Д. А. Гринюк, доц., канд. техн. наук; Н. М. Олиферович, ассист.;  
И. Г. Сухорукова, ст. преп.; Д. В. Кузьмицкий, инж.  
(БГТУ, г. Минск)

## ПОЛУЧЕНИЕ НАСТРОЕК ЦИФРОВОГО РЕГУЛЯТОРА ВЫСОКИХ ПОРЯДКОВ

В современных системах управления практически все алгоритмы реализуются в цифровом виде. В то же время, за редким исключением, при стабилизации технологических параметров используются аналоговые методы синтеза. При этом использование цифровых подходов позволяет получить некоторые преимущества, так как данные методы синтеза поддаются алгоритмизации в большей степени, а также лучше подходят при использовании цифровых средств управления. Одним из видов цифровых регуляторов являются deadbeat регуляторы. В [1] было показано, что данные виды регуляторов очень хорошо приспособлены для использования в условиях ограничения на управляющее воздействие. В этой же работе, в дополнение к [2], были получены расчетные формулы для растягивания переходного процесса на два и три такта.

Система управления deadbeat – это, в первую очередь, цифровая система управления. В данной статье рассмотрение синтеза производится на основании функции  $z$ -преобразования элементов систем управления. Общая структура системы управления показана на рисунке 1.

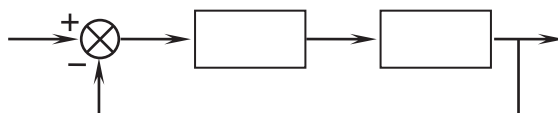


Рисунок 1 - Структура deadbeat регулятора:

$w$  – сигнал задания;  $e$  – сигнал ошибки;  $u$  – управляющее воздействие;  
 $y$  – выход системы

Полученные результаты нашли свое применение в разработке нового метода синтеза настроек ПИД-регулятора [3]. Метод был проверен для объектов с различной динамикой и на различные качества переходного процесса. Однако необходимо учитывать, что присутствуют определенные ограничения в применении метода, обусловленные теоретическими или экспериментальными методами при идентификации объектов управления, которые могут позволить получить различный порядок и структуру объекта управления. Несмотря на то, что с практической точки зрения, переданную функцию объекта управления

обычно ограничивают первым-вторым порядком с запаздыванием или без, легко столкнуться с повышением требований по расчетным формулам.

Так, при переходе в  $z$ -область передаточной функции

$$W(s) = \frac{m_0 + m_1 \exp(-\tau t)}{n_2 s^2 + n_1 s + 1}$$

мы получим пятый порядок, а для функции

$$W(s) = \frac{m_0 + m_1 \exp(-\tau t)}{n_3 s^3 + n_2 s^2 + n_1 s + 1}$$

седьмой порядок.

При получении расчетных формул использовался подход, который описан в [1-2]. Единственным отличием является минимизация преобразований при получении полных уравнений. Вывод проводился из условия равенства первых импульсов управления при изменении сигнала задания.

Для 4 тактов выражения для базового коэффициента  $q'_0$

$$q'_0 = \frac{1}{\sum_{i=1}^m b_i} - q_0(1 - a_2 - a_3 + 2a_2 a_1 - a_1 + a_1^2 - a_1^3);$$

для 5 тактов

$$q'_0 = q_0(1 - a_1 + a_1^2 - a_1^3 + a_1^4 - a_2 - a_3 - a_4 + 2a_1 a_2 + 2a_1 a_3 + a_2^2 - 3a_1^2 a_2) - \frac{1}{\sum_{i=1}^m b_i}$$

где  $a_1, a_2, \dots$  и  $b_1, b_2, \dots$  коэффициенты передаточной функции в  $z$ -области.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Deadbeat регулятор с прогнозируемым уровнем сигнала управления / Н. М. Олиферович [и др.] // Труды БГТУ. Сер. 3, Физико-математические науки и информатика. - Минск : БГТУ, 2018. - № 2 (212). - С. 89-95.
2. Isermann R. Digital Control Systems. 2nd edn. Springer, Berlin, 1989. 565 p.
3. Гринюк, Д. А. Метод настройки ПИД-регулятора через deadbeat-регулятор на различные интегральные критерии / Д. А. Гринюк, Н. М. Олиферович, И. Г. Сухорукова // Труды БГТУ. Сер. 3, Физико-математические науки и информатика. - Минск : БГТУ, 2019. - № 2 (224). - С. 66-73.