

Подставив полученные выражения в (1) получим

$$W(p) = \frac{1}{p^2(m_0 m_1 m_2 C_1 C_2 p^2 + m_1 m_2 C_2 p^2 + m_0 m_2 C_2 p^2 + m_0 m_2 C_1 p^2 + m_0 m_1 C_1 p^2 + m_0 + m_1 + m_2)}$$

Данная передаточная функция соответствует полученной в [1].

Заключение

Использование метода графов связи в сочетании с аппроксимацией упругого троса цепочкой сосредоточенных осцилляторов позволяет реализовать наглядную и достаточно формализованную процедуру получения дискретизированных математических моделей одномерных распределенных объектов при различных уровнях дискретизации

Список литературы

1. Электроприводы с распределёнными параметрами механических элементов. Рассудов Л.Н. Мяздель В.Н. 1987. – 143.
2. Применение метода графов связей в технике / Под ред. Кэрнопа Д. и Розенберга Р. – М.: Мир, 1973.

УДК 004

ПОСТРОЕНИЕ ЖЕЛАЕМОЙ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИИ ДЛЯ МОБИЛЬНОГО ПРИБОРА С ФУНКЦИЯМИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ДАННЫМ

А.В. Кудрявцев Е.В. Соколова

Научный руководитель: В.И. Гончаров, д.т.н., профессор ТПУ

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Томский Университет Систем Управления и Радиоэлектроники

E-mail: kudrjawzew_A@mail.ru, jacky_90@mail.ru

Annotation

In this article considered the method of construction of the desired transfer function by direct indicators of quality on the basis of real interpolation method and its application based on device identifier on the platform panel controller OWEN SPK-207.

Key words: identification, transfer function, quality indicators, the construction of the transfer function, synthesis.

Ключевые слова: идентификация, передаточная функция, показатели качества, построение передаточной функции, синтез.

Введение

Синтез систем автоматического управления (САУ) можно свести к решению уравнения $W_{\text{жс}}^p(p) = W_{\text{нч}}(p) \cdot W_p(p)$, в котором $W_{\text{жс}}^p(p)$ – желаемая передаточная функция разомкнутой системы, $W_{\text{нч}}(p)$ – передаточная функция неизменяемой части системы, $W_p(p)$ – передаточная функция регулятора. Решением уравнения является передаточная функция регулятора $W_p(p)$. При формировании уравнения необходимо иметь передаточные функции $W_{\text{нч}}(p)$ и $W_{\text{жс}}^p(p)$. Последняя практически всегда неизвестна, так как обычно заданы лишь показате-

ли качества: перерегулирование, время установления и т. д. В этих случаях возникает задача перехода от заданных показателей к функции $W_{жс}^p(p)$. Есть способы такого перехода, использующие табличные формы либо косвенные пути достижения цели. Отмеченные варианты работоспособны, но они не в полной мере отвечают специфической задаче, связанной с приборной реализацией уравнения синтеза. В частности, нужны решения, соответствующие параметрам мобильного идентификатора [1].

Это означает, что нужны более гибкие алгоритмы решения задачи, позволяющие, во-первых, получать перерегулирование с заданной точностью, во-вторых, учитывающие ограниченные возможностями принятого контроллера. Такие потенциальные возможности имеет вещественный интерполяционный метод (ВИМ) [2].

1. Прибор для идентификации объектов управления

Для экспериментального получения математических моделей объектов управления разрабатывается мобильный прибор, позволяющий проводить эксперимент и обрабатывать данные непосредственно на месте эксплуатации САУ. Основной платформой прибора является сенсорный панельный контроллер СПК-207 фирмы ОВЕН.

Программное обеспечение контроллера СПК-207 создается в среде CoDeSys v.3.x, соответствующей стандарту IEC 61131-3. Для написания программы используется высокоуровневый язык ST [1]. Расширение функций прибора до уровня расчета настраиваемых коэффициентов регулятора требует математического обеспечения, позволяющего формировать функции $W_{жс}^p(p)$.

2. Построение желаемой передаточной функции по прямым показателям качества.

Согласно методики построения желаемой функции на основе ВИМ такими показателями являются: перерегулирование σ , время регулирования t_y , установившееся значение h_t и структура желаемой передаточной функции:

$$W(p) = \frac{b_m p^m + b_{m-1} p^{m-1} + \dots + b_1 p + b_0}{a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + \dots + a_1 p + 1} \quad (1)$$

Основная задача заключается в определении ключевых точек переходной характеристики, определяющих прямые показатели качества (рис. 1). Точка $h(t_y)$ является очевидной, остальные точки распределены по заранее заданному алгоритму в зависимости от заданных степеней полинома числителя и знаменателя.

На основе выделенных точек сформируем кусочно-линейный график с элементами $h_j(t) = k_j t + b_j$, где $j = 1, 2, 3 \dots n$, который показан на рис. 1. Полученная функция может рассматриваться как аппроксимирующая переходная характеристика, по которой можно найти элементы численной характеристики путем ее интегрирования:

$$W(\delta_i) = \delta_i \int_0^{t_y} h(t) e^{-\delta_i t} dt = \delta_i \int_0^{t_1} h_1(t) e^{-\delta_i t} dt + \delta_i \int_{t_1}^{t_2} h_2(t) e^{-\delta_i t} dt + \dots + \delta_i \int_{t_{j-1}}^{t_y} h_j(t) e^{-\delta_i t} dt,$$

где $i = 1, 2 \dots \eta$ – номера узлов интерполирования. Число узлов η должно быть равно количеству неизвестных коэффициентов функции $W(p)$. Узлы δ_i выбираем согласно по рекомендациям [2]. Для нахождения коэффициентов необходимо составить и решить систему линейных алгебраических уравнений, полученную из (1) путем замены $p \rightarrow \delta \in [C, \infty]$, $C \geq 0$ и дискретизации полученной функции $W_{жс}(\delta)$:

$$W(\delta_i) = \frac{b_m \delta_i^m + b_{m-1} \delta_i^{m-1} + \dots + b_0}{a_n \delta_i^n + a_{n-1} \delta_i^{n-1} + \dots + 1}, \overline{1, \eta}$$

Полученную $W_{жс}^p(p)$ функцию необходимо проверить на соответствие заданным показателям качества. В соответствии с разработанным алгоритмом функция разбивается на заданное ко-

личество точек, от нулевого положения до установившегося. Из массива выделяются контрольные точки: максимальное значение (перерегулирование с учетом погрешности), установившееся значение (значение, после которого все элементы массива не выходят за рамки погрешности установившегося значения). Если по какому-то параметру результат не удовлетворяет требованиям, то организуется итерационная процедура устранения несоответствия. Для этого смещается первый узел δ_1 и выполняется новый цикл расчетов коэффициентов желаемой функции. Расчеты выполняются итеративным путем до тех пор, пока не будет получена передаточная функция, удовлетворяющая заданным параметрам. Количество итераций программно ограничено.

Если в ходе итераций не найдены значения коэффициентов, соответствующие заданным параметрам то выводится наиболее близкое решение с указанием погрешностей.

На рис. 2 представлена форма задания желаемых свойств эталонной передаточной функции, используемая в приборе-идентификаторе. Прибор позволяет пользователю ввести показатели качества, по нажатию кнопки «ввод» выполняется расчет коэффициентов. Расчет занимает от 0,02 до 2 секунд. При желании оператор может построить переходную характеристику полученной функции с возможностью масштабирования. Алгоритм построения переходных характеристик передаточных функций на платформе ОВЕН рассмотрен в литературе [3]. На экране показана функция $W_{жс}$, соответствующая заданным параметрам, найденная за 0,4 секунды. Так же представлена функция объекта управления W_o , для которого выбиралась желаемая функция.

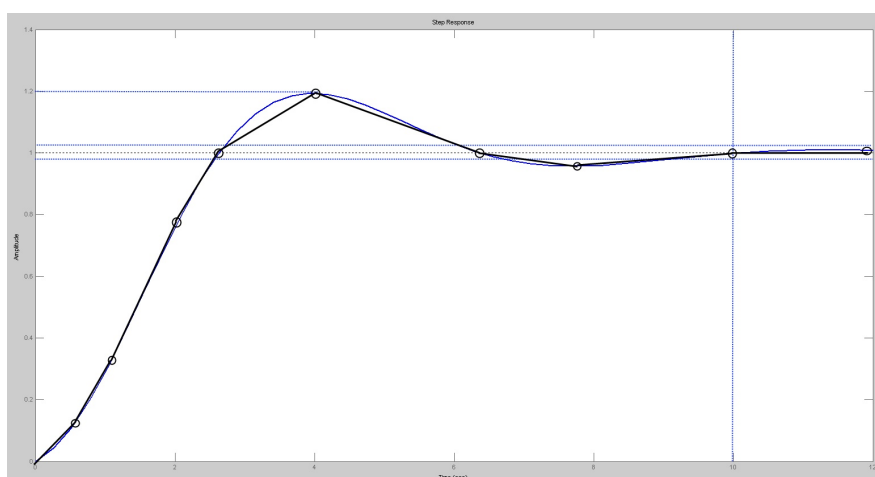


Рис. 1. Ломанная кривая из аппроксимирующих отрезков

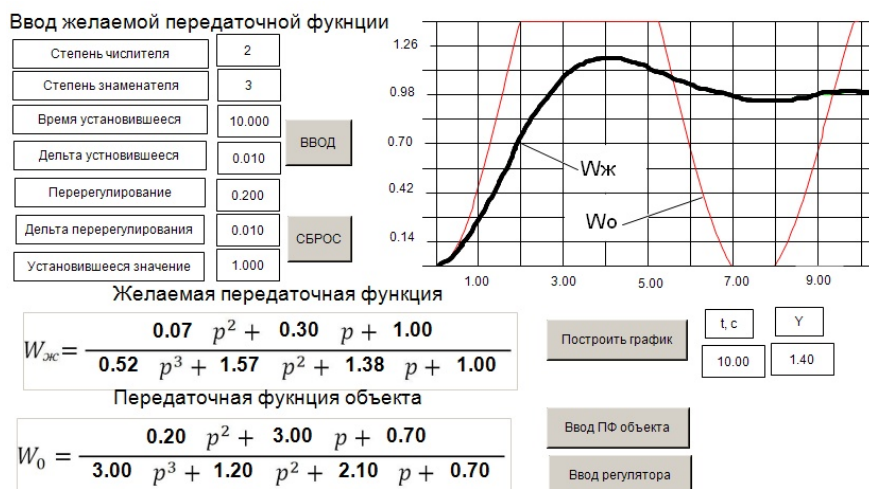


Рис. 2. Внешний вид экрана ввода желаемой функции на приборе

Список литературы

1. Goncharov Valery, Ilyin Ilya and Kudryavtsev Andrey, Hardware Implementation Tasks to Configure Regulators // *Advances in Manufacturing Science and Engineering*, Vol. 945–949 (2014), P. 2611–2616 (10.4028/www.scientific.net/AMR.945-949.2611).
2. Goncharov V.I., Aleksandrov I.A., Rudnitsky V.A., Liepinsh A.V. Real Interpolation Method for Automatic Control Problem Solution // Saarbrucken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2014. – 291 p.
3. Ильин И.О., Кудрявцев А.В. Прибор для идентификации объектов управления на платформе ОВЕН СПК-207: визуализация результатов: сб. науч. тр. / Актуальные вопросы в научной работе и образовательной деятельности; Изд.: ООО «Консалтинговая компания Юком» (Тамбов): 2014. – С. 80–83.

УДК 004

СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ НОРМАТИВОВ ТРУДОЗАТРАТ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ПЛАНОВО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ РАБОТ СРЕДСТВ АСУ ТП, КИПиА И СООРУЖЕНИЙ СВЯЗИ

М.В. Холманский

Научный руководитель: В.П. Комагоров, к.т.н., доцент

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

E-mail: maximkholmansky@gmail.com

In modern conditions engineering and technology are constantly changing, in a short period of time the process of modernization and improvement of the existing technology.

Key words: norms of the times, labor, communication facilities, equipment.

Ключевые слова: нормы времени, трудозатраты, АСУ ТП, КИПиА, сооружения связи.

В связи с широкой номенклатурой средств КИПиА, идентичных по конструкции, но имеющих некоторые отличия, нормирование является очень трудоемким и сложным процессом, требующим значительных временных затрат. Таким образом, актуальным является выполнение работ по установлению научно-обоснованных затрат времени на выполнение всех видов технического обслуживания АСУ ТП, КИПиА и сооружений связи. Нормативы трудозатрат предназначены для решения таких задач как: составление на основе нормативов трудозатрат оптимальных графиков технического обслуживания и сокращения финансов затрат за счет оптимизации этих графиков. Поскольку формирование базовых нормативов трудозатрат является чрезвычайно трудоемким и долгим процессом, предлагается сформировать методику автоматизированного расчета значений базовых норм трудозатрат. Методика должна обеспечивать не только создание инструментария расчета стоимости планово-профилактических работ, но и решение следующего ряда дополнительных задач: регламентировать порядок расчета трудозатрат на выполнение планово-профилактических работ средств АСУ ТП, КИПиА и сооружений связи, иметь единый инструмент расчета стоимости работ для любых объектов АСУ ТП, КИПиА и сооружений связи, с учетом возможности появления новых объектов, иметь дополнительные инструменты оценки работ: нормативного срока выполнения, нормативного количества исполнителей и нормативной продолжительности по каждому из видов работ, содержать механизм переутверждения норм и корректирующих коэффициентов.

Общая схема формирования нормативов трудозатрат приведена на рис. 1.