[12] N. ARI, G. Apaydin, Scientific Computing Methods: with MATLAB, MAPLE and MuPAD, LAP Lambert Academic Publishing ISBN 978-3838317465, October 2009.

[13] N. ARI, *Introduction to SIMULINK, University of Technology Zurich, Switzerland*

Түйін

Мақалада символдық есептеулер туралы мәліметтер берілген. MAPLE и MAXIMA сияқты есептеу құралдары қарастырылған. Кейбір типтік мысалдар келтірілген. Символдық есептеулер дәл және әмбебап болса да кейбір шектемелер бар. Кейбір мәселелерді шешуде символдық еспетеулер көптеген уақыт пен ресурстарды қажет етеді. Егер көпмүшеліктің дәрежесі өте үлкен болса немесе кейбір дифференциалдық теңдеулер үшін символдық еспетеулер қажетті нәтижені бермейді. Мұндай жағдайлар үшін жуықтап шешу мақсатында сандық әдістер қолданылады.

Резюме

В статье дана важная информация о символьных вычислениях. Приведены символические инструменты вычисления MAPLE и MAXIMA. Рассмотрены некоторые типичные примеры. Результаты символьных вычислений являются точными и универсальными, но эти методы имеют ряд ограничений. Для решения проблем, в некоторых случаях, символические методы вычисления нужно очень много времени и ресурсов. Некоторые проблемы не могут быть решены символически, например, когда имеется более высокая степень многочлена, некоторые системы дифференциальных уравнений. Для таких случаев, как приближенные решения используются численные методы решения.

Özet

Bu makale sembolik hesaplamalar için önemli bilgiler verir. Kullanılan sembolik hesaplama araçları MAPLE ve MAXIMA vardır. Uygulamalar gibi bazı tipik örnekler verilmiştir. Sembolik hesaplamaların sonuçları kesin ve genel. Ama sembolik hesaplama yöntemleri çeşitli sınırlamaları vardır. Bazı durumlarda, sembolik hesaplama yöntemleri, bir sorunu çözmek için çok uzun zaman ve kaynak gerekiyor. Bazı sorunlar örneğin yüksek dereceli polinom, diferansiyel denklemlerin bazı sistemler için, sembolik olarak çözülemez. Böyle durumlarda, sayısal hesaplama yöntemleri yaklaşık çözümler olduğu, kullanılabilir

Ж.Ш.Шаршеналиев,
доктор технических наук,
профессор,
академик НАН Кыргызской Республики.
Бишкек/Кыргызстан

З.Ж.Раев,
Жалал-Абадский государственный университет.
Жалал-Абад/Кыргызстан

УПРАВЛЕНИЕ ОБРАБОТКОЙ СИГНАЛОВ В ДИСКРЕТНЫХ СЛЕДЯЩИХ СИСТЕМАХ

В системах автоматического управления передача, обработка и преобразование информации осуществляются только в определенные моменты времени. В этом случае в системах действуют сигналы, являющиеся некоторой последовательностью импульсов, и такие системы называются дискретными [1].

Создание дискретных систем может быть вызвано многими причинами.

- принцип действия некоторых элементов, входящих в систему, может быть дискретным;
- в дискретных системах проще реализовать сложные алгоритмы управления;
- точность решения алгоритмов управления с помощью дискретных устройств обычно выше, чем с помощью непрерывных.

Дискретная следящая система (рис.1) предназначена для воспроизведения задающего воздействия $x(iT_n)$, и в идеальном случае выходной процесс в ней должен равняться входному, то есть

$y(iT_n) = x(iT_n)$.

Выполнению этого равенства препятствуют два фактора: наличие возмущающих воздействий и инерционность системы. Оба эти фактора существенно влияют на выбор формы частотной характеристики замкнутой системы.

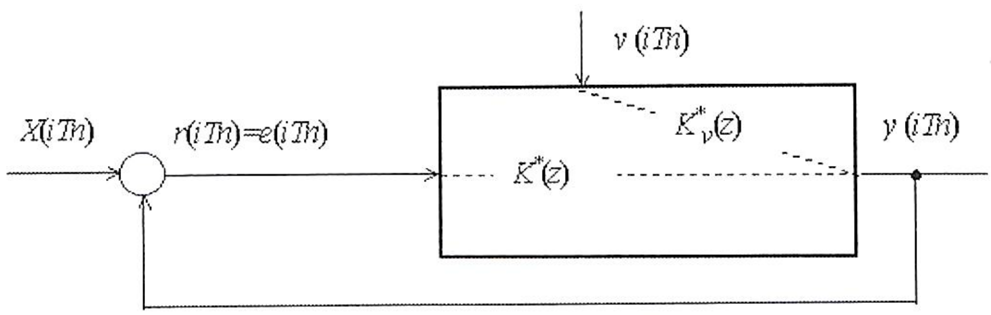

Рис. 1. Линейная дискретная следящая система

Частотный спектр задающего воздействия $x^*(j\omega)$ расположен в области низких частот и имеет граничную частоту $\omega_{гр}$ (рис. 2). В соответствии с теоремой Котельникова [2], частота квантования сигнала должна удовлетворять условию $\Omega > \omega_{гр}$ [3,4].

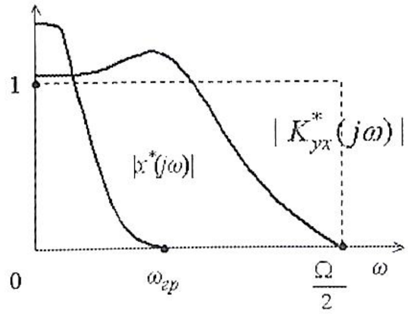

Рис. 2. Амплитудно-частотная характеристика дискретной следящей системы

Для достаточно полного воспроизведения спектра задающего воздействия на фоне широкополосных помех частотная характеристика замкнутой следящей системы $K^*_{yx}(i\omega)$ должна быть близка к 1 в диапазоне $0 \le \omega \le \omega_{гр}$ и к нулю - в диапазоне $\omega \le \omega_{гр} \le \frac{\Omega}{2}$. Этому условию, в частности, удовлетворяет кривая амплитудно-частотной характеристики $|K^*_{yx}(i\omega)|$ на рис.2. Стремлению $K^*_{yx}(j\omega) \to 0$ при $\omega \to \frac{\Omega}{2}$ соответствуют и условия естественной инерционности элементов системы автоматического управления (САУ). В итоге, если рассматривать всю область частот, амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) замкнутой дискретной следящей системы должна иметь вид, показанный на рис. 3., то есть соответствовать характеристике гребенчатого фильтра.

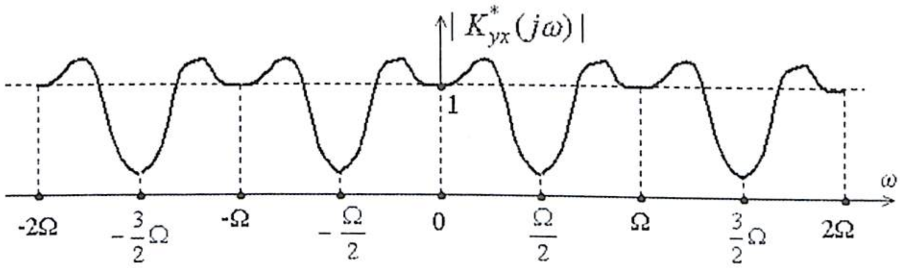

Рис. 3. Амплитудно-частотная характеристика гребенчатого фильтра

Чтобы получить заданную $K^*_{yx}(i\omega)$, надо сформировать вполне определенную частотную характеристику разомкнутой системы (рис. 1) $K^*_{yx}(j\omega)$. Очевидно, что требования к последней аналогичны тем требованиям, которые предъявляются к частотным характеристикам разомкнутых непрерывных следящих систем. Так, чтобы обеспечить равенство

$$K^*_{yx}(j\omega) \approx 1$$

на частотах $\omega = 0$ и ω, кратных $\Omega\Omega$ (см. рис. 3), необходимо иметь $K^*(j\omega) \to 0$, что достигается включением в состав системы суммирующих (дискретных интегрирующих) звеньев или усилительных звеньев с очень большим коэффициентом усиления. Чтобы обеспечить условие $K^*_{yx}(j\omega) \to 0$, при $\omega \to \dfrac{\Omega}{2}$ в состав разомкнутой системы надо включать инерционные (апериодические или колебательные) звенья. Согласование хода частотных характеристик в указанных областях может быть обеспечено разностными (дискретными дифференцирующими) звеньями.

Анализ частотных характеристик показывает, что структура дискретной следящей системы, определяемая звеньями, входящими в состав разомкнутой системы, аналогична структуре непрерывных следящих систем и соответственно аналогичны и передаточные функции сравниваемых систем. Передаточная функция дискретной разомкнутой следящей системы (рис.1), например, может быть получена из разностного уравнения, записанного в конечно-разностной форме

$$\begin{aligned} &\hat{a}_0 y(iT_n) + \hat{a}_1\Delta_1 y(iT_n) + \ldots + \hat{a}_n\Delta_n y(iT_n) = \\ &= \hat{b}_0 r(iT_n) + \hat{b}_1\Delta_1 r(iT_n) + \ldots + \hat{b}_n\Delta_n r(iT_n), \end{aligned} \qquad (1)$$

в виде

$$K^*(z) = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1(1-z^{-1}) + \ldots + \hat{b}_m(1-z^{-m})}{\hat{a}_0 + \hat{a}_1(1-z^{-1}) + \ldots + \hat{a}_m(1-z^{-m})} = \frac{P^*(z)}{Q^*(z)}. \qquad (2)$$

В выражениях (1) и (2) коэффициенты $\hat{a}$ и $\hat{b}$ определяются параметрами дискретной системы. Порядок астатизма ν определяется количеством коэффициентов $\hat{a} = \hat{a}_1 = \ldots = \hat{a}_{\nu-1} = 0$ или, что одно и то же, количеством суммирующих звеньев.

Уравнение замкнутой следящей системы получается из выражения (1) путем замены $r(iT_n) = x(iT_n) - y(iT_n)$ и после группировки слагаемых принимает вид

$$\hat{c}_0 y(iT_n) + \hat{c}_1 \Delta_1 y(iT_n) + \ldots + \hat{c}_n \Delta_n y(iT_n) = \\ = \hat{b}_0 y(iT_n) + \hat{b}_1 \Delta_1 y(iT_n) + \ldots + \hat{b}_n \Delta_n y(iT_n), \qquad (3)$$

где коэффициенты

$\hat{c} = \hat{a} + \hat{b}$.

Передаточная функция замкнутой системы, получаемая из формулы (3) или по рис. 1, оказывается равной

$$K^*_{yx}(z) = \frac{K^*(z)}{1 + K^*(z)} = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1(1 - z^{-1}) + \ldots + \hat{b}_m(1 - z^{-1})^m}{\hat{c}_0 + \hat{c}_1(1 - z^{-1}) + \ldots + \hat{c}_n(1 - z^{-1})^n} = \frac{P^*(z)}{D^*(z)}. \qquad (4)$$

где полином знаменателя

$$D^*(z) = P^*(z) + Q^*(z).$$

В следящих системах ошибка $e(iT_n)$ совпадает с рассогласованием $r(iT_n)$ и, следовательно, передаточная функция ошибки по задающему воздействию согласно рис. 1 равна

$$K^*_{ex}(z) = 1 - K^*_{yx}(z) = \frac{1}{1 + K^*(z)} = \frac{\hat{a}_0 + \hat{a}_1(1 - z^{-1}) + \ldots + \hat{a}_n(1 - z^{-1})^n}{\hat{c}_0 + \hat{c}_1(1 - z^{-1}) + \ldots + \hat{c}_n(1 - z^{-1})^n} = \frac{Q^*(z)}{D^*(z)}. \qquad (5)$$

Передаточная функция ошибки по возмущающему воздействию, как и в непрерывных системах, равна

$$K^*_{ev}(z) = -K^*_{yv}(z),$$

то есть с точностью до знака совпадает с передаточной функцией системы по этому воздействию и согласно рис. 1 равна

$$K^*_{ev}(z) = -K^*_{yv}(z) = \frac{K^*_v(z)}{1 + K^*(z)}, \qquad (6)$$

где $K^*_v(z)$ - передаточная функция по возмущающему воздействию разомкнутой системы.

Таким образом, соотношения (1) - (6) для дискретных следящих систем имеют ту же структуру, что и соответствующие им соотношения для непрерывных следящих систем.

Отметим, что если исходное уравнение разомкнутой следящей системы (1) записывается в рекуррентной форме

$$a_0 y(iT_n) + a_1 y[(i-1)T_n] + \ldots + a_n y[(i-n)T_n] = \\ b_0 r(iT_n) + b_1 r[(i-1)T_n] + \ldots + b_m r[(i-m)T_n],$$

то уравнение замкнутой примет вид

$$c_0 y(iT_n) + c_1 y[(i-1)T_n] + \ldots + c_n y[(i-n)T_n] = \\ b_0 x(iT_n) + b_1 x[(i-1)T_n] + \ldots + b_m x[(i-m)T_n], \qquad (7)$$

При этом полиномы $P^*(z)$, $Q^*(z)$ и $D^*(z)$ меняют свою структуру и передаточные функции дискретной следящей системы записываются в следующем виде:

$$K(z) = \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + \ldots + b_n z^{-m}}{a_0 + a_1 z^{-1} + \ldots + a_n z^{-n}} = \frac{P^*(z)}{Q^*(z)}. \qquad (8)$$

$$\hat{K}_{yx}(z)=\frac{b_0+b_1z^{-1}+...+b_nz^{-m}}{c_0+c_1z^{-1}+...+c_nz^{-n}}=\frac{P^*(z)}{D^*(z)}. \qquad (9)$$

$$\hat{K}_{ex}(z)=\frac{a_0+a_1z^{-1}+...+a_nz^{-n}}{c_0+c_1z^{-1}+...+c_nz^{-n}}=\frac{Q^*(z)}{D^*(z)}. \qquad (10)$$

Использование передаточных функций следящих систем в виде соотношений (2), (4) и (5) или соотношений (8) - (9) определяется характером решаемой задачи.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Рабинер Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. - М.: Мир, 1978 - 848с.

2. Котельников В. А. О пропускной способности эфира и проволоки в электросвязи — Всесоюзный энергетический комитет. // Материалы к I Всесоюзному съезду по вопросам технической реконструкции дела связи и развития слаботочной промышленности, 1933.

3. Раев З.Ж. Математический модель восстановления квантованного гауссовского процесса //Проблемы управления и информатики. Доклады II международной конференции. с.148-151. 2007.

4. Раев З.Ж. Двухканальная автоматическая система слежения. //Актуальные проблемы математики, информатики, механики и теории управления: Материалы Международной научно-практической конференции. -Алматы: Институт проблем информатики и управления. ТОО «Эверо», 2009, Ч.2. с. 385-390.

Түйін

Мақалада бақылаушы жүйелердің басқару жүйелерінің жұмысы қарастырылған. Ақпараттық сигналдарды беру, өңдеу және жеткізу дискретті импульстар тізбегі негізінде іске асырылған.

Resume

Systems of automatic control of follow-up system in which handling, transmission and conversion of information signals is carried out in a type by sequence of the discrete pulses are considered.

Özet

Bilgi sinyallerini işlenmesi, iletimi ve dönüşüm kesikli pulslar sekans tarafından bir tipi gerçekleştirilir edildiği takip sistemin otomatik kontrol sistemleri olarak kabul edilir.

Д.У.Ашигалиев,
доктор технических наук,
профессор,
Институт проблем информатики и
управления МОН РК.
Алматы/Казахстан

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ПЕРЕДАЧИ ТРАФИКА ПО ИНТЕГРАЛЬНОЙ СЕТИ

Рассматривается цифровая сеть с интеграцией служб (ЦСИС) на основе импульсно кодовой модуляции (ИКМ), с временным уплотнением, состоящая из V гибридных узлов коммутации,