



## Модальные регуляторы для промышленных объектов с запаздыванием

В.М. Мазуров, А.Е. Мерцалов (ООО "АТМ"), Фам Ван Нгуен (Тульский ГУ)

Предлагаются новые структуры и методики расчета цифровых модальных регуляторов для объектов с запаздыванием. Основными элементами структуры являются цифровая модель объекта первого порядка, наблюдатель полного порядка и ПИ-регулятор. Предлагаемые регуляторы обеспечивают втрое большее быстродействие в системе по сравнению с типовым ПИ-регулятором, просты в настройке и удобны в реализации на свободно программируемых контроллерах.

### Введение

В настоящее время в промышленных системах управления в основном применяются простые двухпозиционные, П, ПИ и иногда ПИД-регуляторы. Однако известно, что с увеличением отношения запаздывания к постоянной времени объекта качество управления в таких системах быстро падает. Начиная еще с работ О. Смита [1], было создано много схем регуляторов для объектов с запаздыванием. Их характерной особенностью является прямое или косвенное использование модели объекта в структуре регулятора с целью получения упрежденных значений выходного сигнала объекта. Однако многие схемы таких регуляторов построены на интуитивных предположениях, что делает их весьма чувствительными к точности динамической модели объекта и не позволяет дать методику расчета их параметров и практические рекомендации по применению.

В данной работе разработана структура регуляторов для объектов с запаздыванием и методики их расчета ведутся на основе современной теории цифровых систем управления. В основу расчета положен метод пространства состояний и теория модального цифрового управления [2, 3]. Поэтому будем называть их модальными цифровыми регуляторами для объектов с запаздыванием. При этом ставится задача получения максимально простых структур и формул для расчета их параметров. Это должно существенно облегчить инженерам-системотехникам ис-

пользование на практике таких регуляторов на базе свободно программируемых микропроцессорных контроллеров или управляющих вычислительных машин. В первой части работы рассматриваются модальные регуляторы с моделью первого порядка с запаздыванием.

### Цифровая модель объекта с запаздыванием и методика определение ее параметров

Наиболее распространенной динамической моделью промышленного объекта является инерционная модель первого порядка с запаздыванием в управлении и (или) измерении. Передаточная функция такой модели имеет вид:

$$W(p) = \frac{K \exp(-hp)}{Tp + 1}, \quad (1)$$

где  $K$  – коэффициент усиления,  $T$  – постоянная времени,  $h$  – эквивалентная величина запаздывания в объекте по каналу управления и измерения. Коэффициент усиления может использоваться как в размерной, так и безразмерной форме (%/%).

Передаточной функции (1) соответствует следующее дифференциальное уравнение первого порядка с запаздывающим аргументом:

$$\frac{dx(t)}{dt} = Ax(t) + Bu(t-h), \quad (2)$$

где коэффициенты равны  $A = -1/T$ ,  $B = K/T$ .

Должны быть заданы также начальные условия по переменной  $x(t)$  и функции  $u(t-h)$ , которые в методике расчета регуляторов не используются.

Перейдя к дискретному времени  $t = kT_k$ , получим дифференциально-разностное уравнение модели объекта с запаздыванием [2]:

$$x(k+1) = ax(k) + bu(k-M), \quad (3)$$

где  $a = \exp(-T_k/T)$ ,  $b = K(1-a)$ ,  $k = 0, 1, 2, \dots$  – номер периода квантования,  $T_k$  – величина периода квантования, кратная запаздыванию  $h$ .

Пример. Получим дискретное описание для тестового объекта. На рис. 1 приведены кривые разгона и параметры для объекта третьего порядка и его эквивалентной модели первого порядка с запаздыванием. Параме-

ОУЗ: 1.1 0.59 1 2.57 6 МОУ1: 1.1 3.2 7.1 Sym = 600.7068

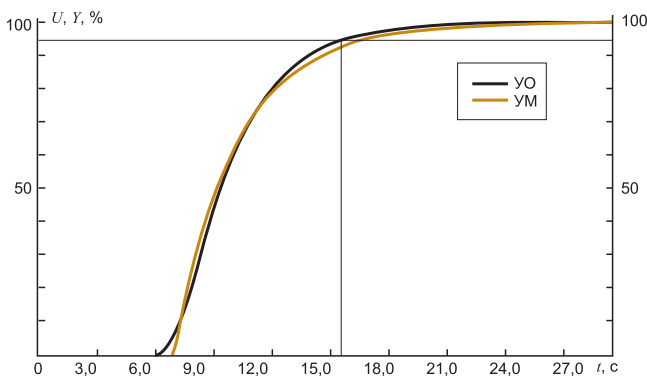


Рис. 1. Кривые разгона объекта управления (УО) и его эквивалентной модели (УМ)

*Творец системы - это узник, который имеет привязание освещать мир лампой из своей темницы*

Пьер Буаст

тры модели получены путем минимизации суммы квадратов отклонений между выходом объекта и его модели.  $T_k = T95/8 = 1,06с$ . Примем  $T_k = 0,8875с$ , тогда  $M = 8$ ,  $a = 0,75779$ ,  $b = 1,1(1-075779) = 0,26643$ .

Тогда уравнение динамики модели объекта в дискретном виде будет:

$$x(k + 1) = 0,75779 x(k) + 0,26643u(k - 8).$$

**Обобщенная структура модального регулятора для объекта с запаздыванием**

Для повышения качества управления объектами с запаздыванием необходимо для формирования управляющего сигнала использовать упрежденное значение выходного сигнала объекта. В упредителе О. Смита это достигается путем использования так называемой схемы вилки [1]. В теоретическом плане это соответствует исключению запаздывания из характеристического уравнения замкнутой системы, что резко увеличивает чувствительность схемы к точности модели объекта управления.

Предлагается сформировать упрежденное значение выхода объекта с помощью схемы регулятора, приведенной на рис. 2 [5]. Из схемы видно, что упрежденное значение формируется на выходе модели объекта (МО) без запаздывания, а суммарное запаздывание расположено только в канале измерения, т.е. за моделью объекта. Это и обеспечивает получение упрежденного сигнала  $x_m(t + h_1 + h_2)$ . Если динамика объекта и модели совпадают, то это и будет упрежденный сигнал от объекта управления. Для обеспечения равенства движений в объекте и его модели предлагается использовать наблюдатель полного порядка (НПП), формирующий корректирующие сигналы, подаваемые на модель объекта, и суммарное запаздывание. Будем использовать регулятор состояния (РС), формирующий управляющий сигнал  $U$  по упрежденным значениям сигнала  $x_m(t + h_1 + h_2)$  с выхода модели объекта. Для модели первого порядка в качестве регулятора состояния можно использовать обычный ПИ-регулятор. В принципе можно расширить регулятор состояния, включив в него сигналы с суммарного блока запаздывания. Но как показали результаты исследований, это

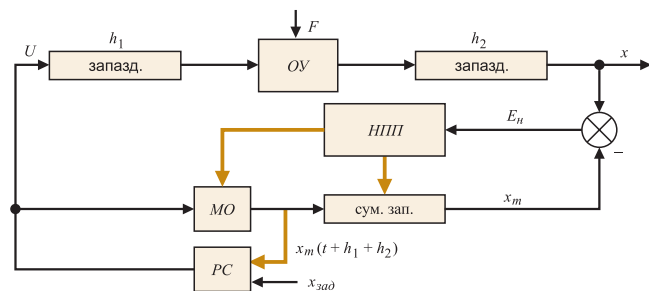


Рис. 2. Обобщенная структурная схема модального регулятора для объекта с запаздыванием

не приведет к существенному улучшению динамики системы, хотя сложность расчетов возрастет и схема потребует более тонкой

настройки, особенно при работе на объект управления высокого порядка.

Если возмущающее воздействие  $F$  отсутствует или имеет небольшую амплитуду, то рекомендуется использовать статический наблюдатель (СНПП), как более быстродействующий и простой в расчетах, обеспечивающий большие запасы устойчивости в системе. Примерами объектов с малым уровнем возмущений можно считать различные системы термостатирования, для которых актуальными являются задачи точного поддержания температуры и точного воспроизведения заданной программы нагрева и охлаждения.

Для объектов со значительным уровнем возмущений следует применять астатический наблюдатель (АНПП), формирующий оценку действующего на объект возмущения и полностью его компенсирующий.

Если в выходном сигнале объекта присутствует шум, то наблюдатель может выполнять также фильтрующие функции, обеспечивая получение оценок сигналов  $x_m(t + h_1 + h_2)$  и  $x_m(t)$  с малой шумовой составляющей.

Рассмотрим подробнее структуры модальных регуляторов с использованием статического и астатического наблюдателей полного порядка и дадим их методики расчета.

**Модальный регулятор со статическим наблюдателем**

Для простоты изложения предположим, что величина задержки  $M = 2$  в уравнении модели объекта (3). Тогда структурная схема системы управления с модальным регулятором будет иметь вид, приведенный на рис. 3. Она построена точно в соответствии со схемой рис. 2, но в предположении ее цифровой реализации. Поэтому на схеме присутствуют цифро-аналоговый (ЦАП) и аналого-цифровой (АЦП) преобразователи, синхронно работающие с периодом квантования  $T_k$ .

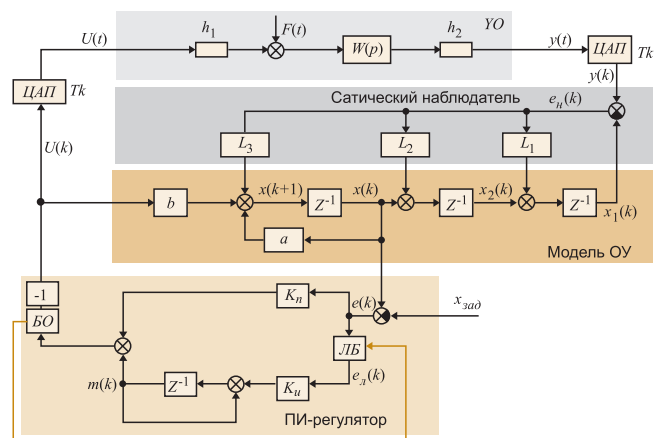


Рис. 3. Структурная схема системы управления со статическим наблюдателем

В ПИ-регуляторе используется блок ограничения сигнала (БО), ограничивающий управление (например, в пределах 0... 100%). При выходе управления на ограничение подается команда на логический блок, который обнуляет сигнал логической ошибки регулирования  $e_n(k)$ . Это позволяет избежать насыщения интегральной составляющей регулятора  $m(k)$ , и, тем самым, повысить быстродействие обработки больших скачков сигнала задания.

Статический наблюдатель по сигналу ошибки наблюдения  $e_n(k)$  с помощью трех коэффициентов  $L_1, L_2, L_3$  формирует корректирующие сигналы, подаваемые на модель объекта и блоки задержки в звене запаздывания.

**Методика расчета параметров модального регулятора со статическим наблюдателем**

Методика расчета основана на использовании принципа разделения и теории модального цифрового управления. Согласно принципу разделения можно отдельно рассчитать параметры контура "наблюдатель – модель ОУ" и параметры контура "ПИ-регулятор – модель ОУ". Такой подход облегчает процедуру расчета и позволяет получить простые расчетные формулы.

Теория модального управления утверждает [3], что переходный процесс в замкнутой системе состоит из ряда составляющих, называемых модами. Каждая мода формируется одним простым или парой комплексно-сопряженных корней характеристического уравнения замкнутой системы. При переходе от непрерывной системы к дискретной число корней становится конечным и определяется порядком системы. Если задаться требуемым расположением корней характеристического уравнения замкнутого контура, то можно гарантировать нужную динамику в этом контуре.

Рассмотрим контур "статический наблюдатель – модель ОУ". Запишем для него систему уравнений, описывающих динамику этого контура используя дискретную теорию пространства состояний. При этом вначале записываются алгебраические уравнения, а затем динамические (все сигналы имеют размерность %):

$$\left. \begin{aligned} e_n(k) &= y(k) - x_1(k), \\ x(k+1) &= ax(k) + L_3 e_n(k) + bu(k), \\ x_1(k+1) &= L_1 e_n(k) + x_2(k), \\ x_2(k+1) &= L_2 e_n(k) + x(k). \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Избавимся от промежуточной переменной  $e_n(k)$ , подставив ее в динамические уравнения, а сигналы  $y(k)$  и  $u(k)$  в соответствии с принципом разделения положим равными нулю:

$$\left. \begin{aligned} x(k+1) &= ax(k) - L_3 x_1(k), \\ x_1(k+1) &= -L_1 x_1(k) + x_2(k), \\ x_2(k+1) &= -L_2 x_1(k) + x(k). \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Согласно теории модального цифрового управления [3], необходимо, чтобы все корни характеристического уравнения замкнутой системы располагались

нужным образом и внутри единичной окружности комплексной плоскости  $Z$ . Для простоты настройки наблюдателя потребуем, чтобы все корни  $b_n$  были одинаковыми (кратными) и располагались на действительной полуоси в интервале 0...1. Такой подход позволяет настройщику варьировать лишь одну величину  $b_n$  в диапазоне 0...1, где  $b_n$  – кратный корень наблюдателя. Опуская промежуточные выкладки, получим следующие рекуррентные формулы для вычисления коэффициентов статического наблюдателя:

$$\left. \begin{aligned} L_1 &= a - (M+1)b_n, \\ &\vdots \\ L_k &= a \cdot L_{k-1} + (-1)^k \cdot C_{M+1}^k \cdot b_n^k, \\ &k = 2, 3, \dots, M+1, \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

где  $C_{M+1}^k$  – число сочетаний из  $M+1$  по  $k$ .

Из (6) видно, что с увеличением числа блоков задержки  $M$  расширяется структура наблюдателя и растет число его коэффициентов. Это надо учитывать при выделении массивов данных под переменные и коэффициенты наблюдателя.

Используя аналогичную методику, получим формулы для вычисления параметров ПИ-регулятора. Для этого запишем систему уравнений, описывающих динамику контура "модель объекта – ПИ-регулятор" (без учета логического блока и блока ограничения):

$$\left. \begin{aligned} e(k) &= x(k) - x_{зад}(k), \\ u(k) &= -[K_{II} e(k) + m(k)], \\ x(k+1) &= ax(k) + bu(k), \\ m(k+1) &= m(k) + K_{II} e_n(k), \end{aligned} \right\}$$

где  $e(k)$  – ошибка регулирования,  $x_{зад}$  – сигнал задания (уставка регулятора),  $u(k)$  – управляющий сигнал, подаваемый на объект управления (через ЦАП) и на модель объекта,  $m(k)$  – интегральная составляющая регулятора,  $K_{II}, K_{II}$  – коэффициенты усиления регулятора по пропорциональной и интегральной составляющим.

Положив  $x_{зад} = 0$  подставим статические уравнения в динамические:

$$\left. \begin{aligned} x(k+1) &= ax(k) - b[K_{II} x(k) + m(k)], \\ m(k+1) &= m(k) + K_{II} x(k). \end{aligned} \right\}$$

Запишем характеристическое уравнение для этой системы:

$$|\Phi_3 - zI| = (b_p - z)^2 = 0,$$

или в раскрытом виде:

$$\left| \begin{array}{cc} a - bK_{II} - z & -b \\ K_{II} & 1 - z \end{array} \right| = b_p^2 - 2b_p z + z^2 = 0.$$

Откуда получим формулы для вычисления коэффициентов ПИ-регулятора:

$$K_n = \frac{(a - 2b_p + 1)}{b}, \quad k_u = (1 - b_p)^2. \quad (7)$$

ОУЗ: K=1,1, T1=0,6, T2=1,0, T3=2,6, H=6,0 МОУ1: Km=1,1, Tm=3,2, Hm=7,1  
 ТК=0,89 a=0,75779 b=0,26643 M=8 Bn=0,1 Br=0,7  
 U, Y, % Kp=1,343 Ki=0,338 U=36,96 YO=29,64 XZ=40,00  
 L1=0,142  
 L2=0,252  
 L3=0,107  
 L4=0,094  
 L5=0,070  
 L6=0,053  
 L7=0,040  
 L8=0,030  
 L9=0,023

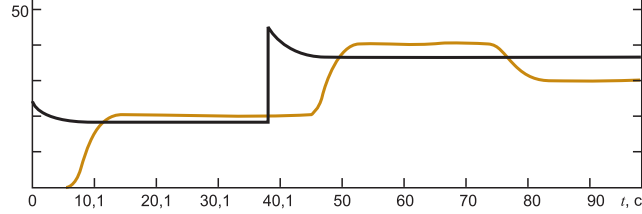


Рис. 4. Графики отработки сигналов задания и возмущения в системе со статическим наблюдателем и объектом третьего порядка

Видно, что регулятор имеет только один настраиваемый параметр – значение кратного корня  $b_p$ , который варьируется в диапазоне 0...1. Причем, чем ближе это значение к нулю, тем форсированнее работает регулятор.

**Алгоритм работы системы регулирования с модальным регулятором**

При реализации алгоритма модального регулятора в контроллере важна последовательность вычисления переменных. Ниже приведена последовательность, обеспечивающая правильность работы регулятора. При этом предполагается, что коэффициенты наблюдателя и ПИ-регулятора вычислены заранее.

М: 1. Ввод  $u(k)$  с ЦАП.

2. Вычисление переменных наблюдателя:

$$e_n(k) = y(k) - x_1(k),$$

$$x(k+1) = ax(k) + L_3 e_n(k) + bu(k),$$

$$x_1(k+1) = L_1 e_n(k) + x_2(k),$$

$$x_2(k+1) = L_2 e_n(k) + x(k).$$

3. Вычисление переменных регулятора:

$$e(k) = x(k) - x_{зад}(k), e_i(k) = e(k)$$

$$u(k) = -[K_{PI}e(k) + m(k)],$$

если  $u(k) > 100$ , то  $u(k) = 100, e_i(k) = 0,$   
 если  $u(k) < 0$ , то  $u(k) = 0, e_i(k) = 0,$

$$x(k+1) = ax(k) + bu(k),$$

$$m(k+1) = m(k) + K_{PI}e(k).$$

4. Вывод вычисленного значения  $u(k)$  на ЦАП.

5. Сдвиги переменных:

$$x(k) = x(k+1), x_1(k) = x_1(k+1),$$

$$x_2(k) = x_2(k+1), m(k) = m(k+1).$$

6. Ждать  $T_k$ .

7. Возврат на метку М.

Начальные значения переменных  $x(0), x_1(0), x_2(0), m(0)$  следует принимать такими, чтобы обеспечить безударное включение регулятора в работу.

Если значение М велико, то переменные наблюдателя лучше вычислять в цикле.

На рис. 4 приведены графики отработки сигналов задания (с 20% до 40% на 38 секунде) и возмущения ( $F = -10\%$  на 75 секунде) в замкнутой системе с объектом третьего порядка с запаздыванием.

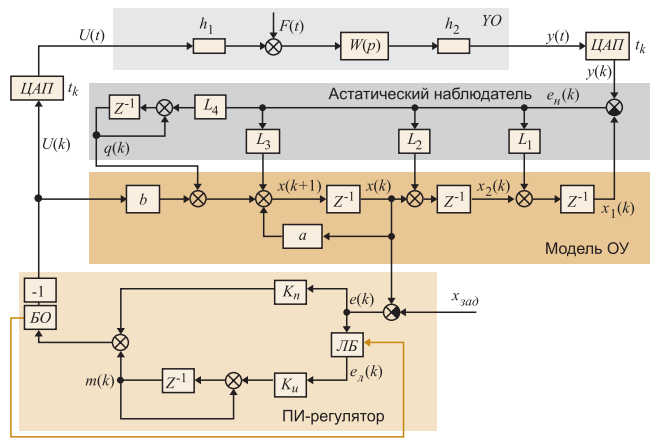


Рис. 5. Структура системы управления с астатическим наблюдателем

Эта система обладает высоким быстродействием при отработке сигнала задания ( $t_{nm} = 18с$ ), хотя возмущение обрабатывается с большой статической ошибкой. Обратите внимание, что управляющий сигнал формируется с большим упреждением. Он достигает установившегося значения, хотя выход объекта еще только начинает изменяться. В системе с объектом первого порядка получаем еще большие быстродействия, порядка  $t_{nm} = 15с$ . Модальный регулятор со статическим наблюдателем весьма точно обрабатывает также и программные сигналы задания. Как показали более подробные исследования, схема модального регулятора со статическим наблюдателем обладает и малой чувствительностью к несоответствию модели и реального объекта как по структуре, так и по параметрам. Допустимы отклонения по параметрам модели в обе стороны до 50% от их номинальных значений.

**Модальный регулятор с астатическим наблюдателем**

Для объектов, подверженных значительным возмущениям, рекомендуется использовать регулятор с астатическим наблюдателем полного порядка, структурная схема которого приведена на рис. 5. Здесь в структуру наблюдателя введен дискретный интегратор с выходным сигналом  $q(k)$ . Этот сигнал является оценкой возмущения  $F(t)$ , т.е. в установившемся режиме выполняется равенство  $q(k) = -\bar{F}(k)/b$ . Благодаря этому достигается как точная отработка сигнала задания, так и полная компенсация внешнего возмущения  $F(t)$ .

Методика расчета параметров астатического наблюдателя полностью аналогична описанной выше. Поэтому приведем лишь формулы для вычисления четырех коэффициентов этого наблюдателя:

$$\left. \begin{aligned} L_1 &= 1 + a - 4b_n; \\ L_2 &= (1 + a)L_1 - a + 6b_n^2; \\ L_3 &= (1 + a)L_2 - aL_1 - 4b_n^3; \\ L_4 &= (1 - b_n)^4. \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

Для произвольного значения М рекуррентные формулы для расчета коэффициентов астатического наблюдателя полного порядка будут иметь вид:



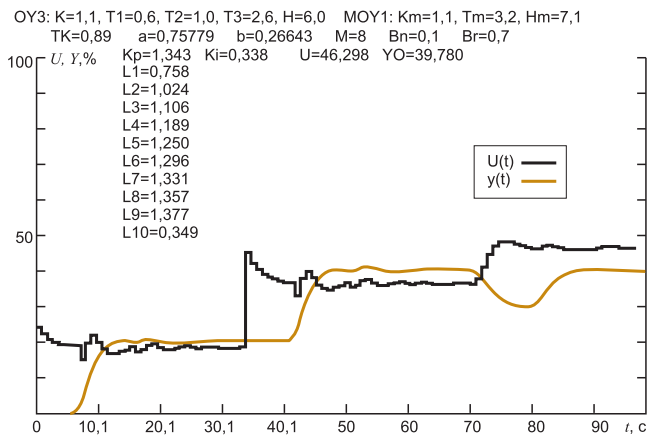


Рис. 6. Графики отработки сигналов задания и возмущения в системе с астатическим наблюдателем и объектом третьего порядка

$$\left. \begin{aligned} L_1 &= 1 + a + c_1 b_n, \\ L_2 &= (1 + a)L_1 - a + c_2 b_n^2, \\ &\vdots \\ L_k &= (1 + a)L_{k-1} - aL_{k-2} + c_j b_n^k, \\ L_{M+2} &= (1 - b_n)^{M+2}, \end{aligned} \right\} k = 3, 4, \dots, M+1, \quad (14)$$

где  $c_j = (-1)^j C_{M+1}^j$ , где  $C_{M+1}^j$  – число сочетаний из  $M+1$  по  $j = 1, 2, \dots, M+1$ .

На рис. 6 представлены графики отработки сигналов задания и возмущения в системе с астатическим наблюдателем для объекта третьего порядка с запаздыванием.

Для объекта третьего порядка время отработки сигналов задания и возмущения составляет порядка 20 с, что свидетельствует о хорошем быстродействии в системе. Видно также, что возмущение  $F = -10\%$ , появившееся на 70 с, полностью скомпенсировано управляющим сигналом.

Для сравнения на рис. 7 приведены графики отработки сигналов задания и возмущения в системе с оптимально настроенным ПИ-регулятором и объектом третьего порядка. Параметры настройки ПИ-регулятора определялись по методике профессора А.С. Клюева [6] из критерия достижения максимума отношения  $K_{PI}/T_H$ . Значения оптимальных настроек составили  $K_{PI} = 0,471$ ,  $T_H = 4,63$  с. Видно, что время отработки сигналов задания и возмущения в системе с обычным ПИ-регулятором составило 60 с. Таким образом, предлагаемые регуляторы обеспечивают примерно втрое большее быстродействие, чем типовой оптимально настроенный ПИ-регулятор.

**Практическое применение**

Для облегчения практического применения регуляторов в PC-совместимых контроллерах для SCADA-системы TRACE MODE

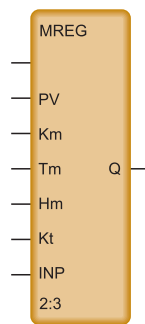


Рис. 8

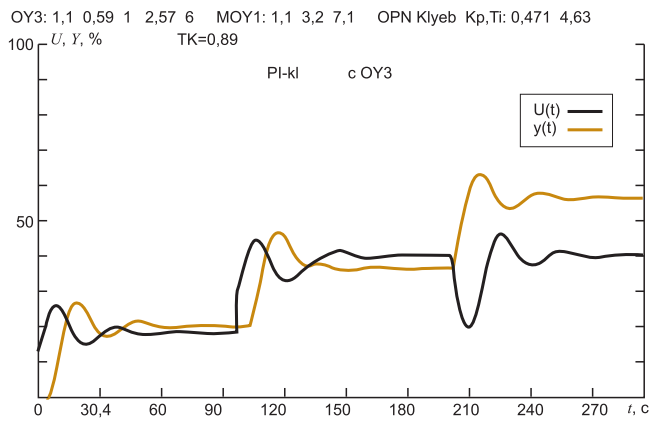


Рис. 7. Графики отработки сигналов задания и возмущения в системе с оптимально настроенным ПИ-регулятором и объектом третьего порядка

вер. 6 был разработан FBD блок MREG, реализующий модальный регулятор с астатическим наблюдателем (рис. 8).

Для автоматизации получения параметров модели объекта в SCADA-систему TRACE MODE введен специальный FBD блок с именем IDENT, который позволяет снять и быстро обработать кривую разгона объекта. Эти блоки доступны в мониторах реального времени Adaptiv MPB и Adaptiv микроMPB [7].

Модальный регулятор с астатическим наблюдателем использован в автоматической системе дозирования аммиака в питательный тракт котловой воды на Ефремовской ТЭЦ [8]. Программирование регулятора велось с использованием пакета CoDeSys с реализацией на базе контроллера WAGO 750-841. Регулятор позволил скомпенсировать транспортное запаздывание в 60 минут, связанное с тем, что дозирующие насосы стоят в химическом цехе, а датчики pH – метров в котельно-турбинном цехе, что обеспечило автоматическое поддержание величины  $pH = 9,1 \pm 0,1$  ед. pH.

**Рекомендации по применению и настройке модальных регуляторов**

1. Если удалось каким-либо методом получить передаточную функцию объекта, то в качестве альтернативы типовым регуляторам рекомендуется использовать описанные модальные регуляторы. Значительный выигрыш по точности и быстродействию будет получен для объектов с большим запаздыванием.

2. Для шумящих объектов путем увеличения значения корня наблюдателя  $b_n$  можно сравнительно просто добиться малой чувствительности системы к шумам при сохранении хорошей динамики отработки сигналов задания и возмущения. Для малозумящих объектов значение корня наблюдателя можно принять постоянным и равным  $b_n = 0,1$  для двух схем регуляторов.

3. Регулятор со статическим наблюдателем рекомендуется применять для управления объектами с самовыравниванием при условии, что

низкочастотные возмущающие воздействия либо малы, либо постоянны. В противном случае следует использовать модальный регулятор с астатическим наблюдателем.

4. Регулятор со статическим наблюдателем по сравнению с астатическим обеспечивает большие запасы устойчивости в системе и меньшую чувствительность к несоответствию модели и реального объекта. Допустимы отклонения по параметрам модели до 50% от их оптимальных значений для статического наблюдателя и до 20% для астатического.

5. Настройка динамики замкнутой системы осуществляется изменением значения лишь одного параметра – значения корня  $b_p$  в диапазоне 0...1. Причем, чем меньше это значение, тем форсированнее работает регулятор. При больших несоответствиях модели и реального объекта значение корня следует выбирать ближе к 1. Наличие одного варьируемого параметра существенно упрощает настройку регулятора на реальном объекте.

#### Заключение

Современные контроллеры позволяют реализовывать все более сложные алгоритмы управления технологическими объектами. Описанные регуляторы для объектов с запаздыванием синтезированы на основе современной теории цифровых систем управления, что позволяет получать очень высокое качество управления подобными объектами. В настоящее время завершаются исследования по разработке адаптивных модальных регуляторов

и модальных регуляторов для объектов второго порядка с запаздыванием. Такие регуляторы позволят управлять объектами с изменяющимся в несколько раз коэффициентом усиления, а также колебательными и не минимально-фазовыми объектами с запаздыванием.

#### Список литературы

1. *Смит О. Дж.М.* Автоматическое регулирование. Изд. физ.-мат. литературы, 1962 г.
2. *Изерман Р.* Цифровые системы управления. Пер. с англ. М.: Мир, 1983.
3. *Куо Б.* Теория и проектирование цифровых систем управления. Пер. с англ. М.: Машиностроение, 1986.
4. *Балакирев В.С., Дудников Е.Г., Цирлин А.М.* Экспериментальное определение динамических характеристик промышленных объектов управления. М.: Энергия, 1967.
5. *Мазуров В.М., Карнов В.С.* Расчет модальных цифровых регуляторов для объектов с запаздыванием. Учебное пособие. Тул. ГУ, 1987.
6. *Клюев А.С., Лебедев А.Т., Клюев А.Т., Товарнов А.Г.* Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования. М.: Энергоатомиздат, 1989.
7. *Мазуров В.М., Литюга А.В., Мерцалов А.Е.* Новейшие цифровые алгоритмы управления в среде SCADA-системы Trase Mode 5.0 // Промышленные АСУ и контроллеры. 2000. №8.
8. *Богатов В., Литюга А., Мазуров В., Мерцалов А., Вендин М., Фам Ван Нгуен* Автоматическая система управления процессом дозирования аммиака // Промышленные АСУ и контроллеры. 2006. №3.

*Мазуров Вячеслав Михайлович — д-р техн. наук, проф., начальник сектора АСУ НПП "Прогресс",  
Мерцалов Александр Евгеньевич — канд. техн. наук, главный инженер ООО "АТМ",  
Фам Ван Нгуен — аспирант Тульского государственного университета.*

*Контактный телефон (4872) 24-95-51.*

*E-mail: vmazurov@energokaskad.com, atm@tula.net.*

#### Лицензия на право космической деятельности

Федеральное космическое агентство выдало ООО "Лаборатория автоматизированных систем (АС)" лицензию на право осуществление космической деятельности. По условиям лицензий ООО "Лаборатория автоматизированных систем (АС)" может участвовать в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах по созданию и применению как средств наземных комплексных испытаний космических комплексов и систем управления наземной экспериментальной базой, так и систем контроля и управления функционированием космических комплексов и систем.

На основе применения программно-технических и программных средств, а также информационных технологий, разрабатываются системы управления, регулирования, автоматизации, диагностики, контроля и измерения, аппаратные и программные компоненты контрольно-измерительных систем и системы в целом.

"Лабораторией автоматизированных систем (АС)" разработаны средства автоматизации, обеспечивающие как организацию на современном уровне проведение испытаний на отдельных стендах, так и комплексную автоматизацию испытательной базы предприятия в целом. Впервые инструментальные средства автоматизации, ориентированные на испытательные задачи, доведены до уровня готового "коробочного продукта". Получены соответствующие свидетельства Роспатента. Одновременно на их базе решается задача разработки заказных систем "под ключ", ориентированных на решение уникальных задач.

Осуществляя на протяжении многих лет совместные работы с предприятиями ракетно-космической отрасли, специали-

сты ООО "Лаборатория автоматизированных систем (АС)" накопили значительный опыт в решении задач автоматизации лабораторного и испытательного оборудования, результатом обобщения которого явилось создание типовых базовых решений, уже широко используемых на предприятиях: КБ ХИММАШ им. А.М.Исаева, ЦНИИМАШ, РКК "Энергия", НПЦ АП им. Н.А.Пилюгина, ЦИАМ им. П.И.Баранова, ГРЦ КБ им. академика В.П.Макеева, НПО "Машиностроение", АКБ "Якорь" и др. В частности, внедряемые на этих предприятиях системы сбора и обработки данных основаны на разработанном в ООО "Лаборатория автоматизированных систем (АС)" комплексе автоматизации экспериментальных и испытательных задач – АСTest, награжденном медалями "Гарантия качества и безопасности" конкурса "Национальная безопасность" 2002, 2005 гг.; Дипломами лауреата Московских Международных промышленных форумов (МИФ) 2002, 2003, 2005 гг.; Дипломом победителя конкурса программных продуктов 2004 г. XV выставки информационных технологий SofTool в номинации "Коробочный продукт для АСУТП". Версия 1.9 комплекса АСTest является победителем Российского национального конкурса "Дебют года 2005".

В настоящее время специалистами "Лабораторией автоматизированных систем (АС)" изготовлены и успешно функционируют на предприятиях ракетно-космической отрасли России более 10 систем технологического контроля, информационного обеспечения и регистрации процессов испытательных стендов и систем.

[Http://www.actech.ru](http://www.actech.ru)