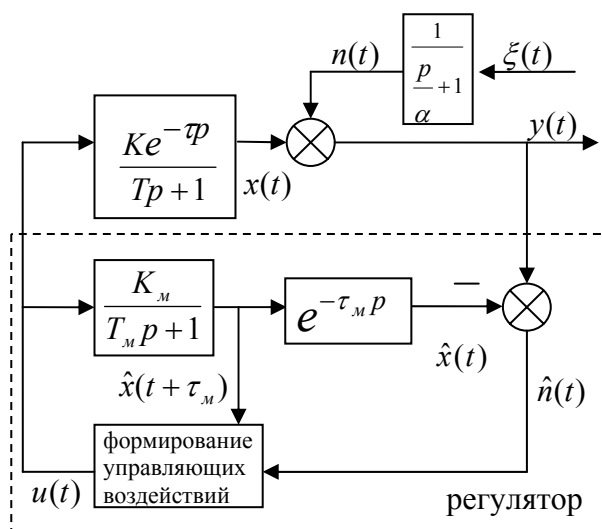


662.642:621.926.7

Н.В.Мерзляков (5 курс, каф. МПУ), Л.М.Яковис, д.т.н., проф.

ПОВЫШЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ИНЕРЦИОННЫМИ ОБЪЕКТАМИ С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ



В области промышленной автоматизации наиболее широкое распространение получили системы управления с линейными законами регулирования в цепи обратной связи по отклонениям выходных переменных от заданных значений. Основной недостаток линейных законов регулирования при наличии ограничений на управляющие воздействия – малая интенсивность управления, возникающая за счет стремления остаться в рамках линейности, не нарушая при этом наложенные ограничения. В работе рассмотрены нелинейные методы управления, нацеленные на повышение интенсивности управления в условиях

ограничений. Один из алгоритмов такого рода может быть получен на основе схемы условного прогнозирования [1]. Ее суть заключается в том, что на каждом шаге управления с использованием обратной связи строится перспективный прогноз случайных возмущений, а затем с его применением формируется многоходовая программа оптимизации, опирающаяся на динамическую модель объекта и учитывающая ограничения, после чего реализуется начальный шаг намеченной программы.

В некоторых случаях общая схема упрощается, если задача определения оптимальной программы при произвольных начальных условиях может быть решена не поисковыми, а аналитическими методами.

Рассмотрим задачу стабилизации инерционного объекта с запаздыванием, функционирующего в условиях случайных возмущений. Будем считать, что динамика объекта в отклонениях от задания описывается инерционным звеном первого порядка с запаздыванием с параметрами K , T и τ , причем в ходе управления известны лишь оценки этих параметров K_m , T_m и τ_m (см. рис.). Приведенные к выходу возмущения $n(t)$ будем считать стационарным случайным процессом, полученным пропусканием непрерывного белого шума $\xi(t)$ через инерционное звено первого порядка с постоянной времени $1/\alpha$ (известна оценка α_m). Ограничения на управления примем в виде $|u(t)| \leq U$.

Учитывая необходимость стабилизировать на нулевом уровне выходную переменную $y(t)$, следует стремиться к минимизации дисперсии выходной переменной D_y .

В соответствии с принципами статистически оптимального управления в системах с запаздыванием будем исходить при выработке управляющего воздействия $u(t)$ из условия компенсации прогнозируемых значений возмущений $\hat{n}(t + \tau_m + \Delta | t)$, где Δ - время, которое требуется для преодоления инерционности при переводе объекта некоторым управлением из текущего состояния в состояние $x(t + \tau_m + \Delta)$ такое, что

$$\hat{y}(t + \tau_m + \Delta | t) = \hat{n}(t + \tau_m + \Delta | t) + x(t + \tau_m + \Delta) = 0. \quad (1)$$

$$\hat{n}(t + \tau_m + \Delta | t) = \hat{n}(t)e^{-\alpha_m(\tau_m + \Delta)}, \quad (2)$$

Принимая во внимание, что для принятой модели возмущений, а также учитывая, что для скорейшего перевода рассматриваемого объекта из одного состояния в другое необходимо, чтобы управление u находилось на одной из границ, конкретизируем (1) в виде

$$\hat{n}(t)e^{-\alpha_m(\tau_m + \Delta)} + \hat{x}(t + \tau_m) + [K_m u - \hat{x}(t + \tau_m)](1 - e^{-\frac{\Delta}{T_m}}) = 0, \quad (3)$$

причем входящие в (3) сигналы оценки возмущений $\hat{n}(t)$ и прогноза обусловленной ранее выданными управляющими воздействиями составляющей выходной переменной $\hat{x}(t + \tau_m)$ формируются в соответствии с приведенной блок-схемой.

Для того, чтобы уравнение (3) имело относительно Δ неотрицательное решение, необходимо вырабатывать $u(t)$ по правилу

$$u(t) = \begin{cases} U, & \text{если } \hat{x}(t + \tau_m) < -\hat{n}(t)e^{-\alpha_m\tau_m}, \\ -U, & \text{если } \hat{x}(t + \tau_m) > -\hat{n}(t)e^{-\alpha_m\tau_m}, \\ \frac{-\hat{n}(t)e^{-\alpha_m\tau_m}}{K_m}, & \text{если } \hat{x}(t + \tau_m) = -\hat{n}(t)e^{-\alpha_m\tau_m}, \end{cases} \quad (4)$$

которое задает искомый способ “интенсивного” управления инерционным объектом с запаздыванием, функционирующим в условиях ограничений. Для снижения частоты переключений данный релейный блок может быть дополнен зоной нечувствительности.

Базируясь на методах управления слабо динамическими системами [2], можно выдвинуть принцип управления, заключающийся в том, что каждая следующая корректировка с использованием обратной связи производится лишь после выполнения задания предыдущей. Согласно данному принципу в каждом цикле управления сначала выдается граничное управляющее воздействие продолжительностью Δ для наибоыстрейшего преодоления инерционности объекта и выведения его в расчетный режим. Затем управление в течение времени τ_m поддерживается на постоянном уровне, обеспечивающем поддержание расчетного режима. Закон управления в цикле, начинающимся в момент t_n , задается соотношениями

$$u(t) = \begin{cases} U, & \text{если } \hat{x}(t_n + \tau_m) < -\hat{n}(t_n)e^{-\alpha_m \tau_m} \\ -U, & \text{если } \hat{x}(t_n + \tau_m) > -\hat{n}(t_n)e^{-\alpha_m \tau_m} \\ \frac{-\hat{n}(t_n)e^{-\alpha_m(\tau_m + \Delta)}}{K_m} & \end{cases} \quad \begin{matrix} \text{для } t \in [t_n; t_n + \Delta), \\ \\ \text{для } t \in [t_n + \Delta; t_n + \Delta + \tau_m), \end{matrix} \quad (5) \quad ,$$

причем длительность первого этапа Δ рассчитывается в результате численного решения уравнения (3). Алгоритм (5) позволяет снизить частоту реверсов управляющих воздействий.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Перельман И.И. Динамическая оптимизация в АСУ ТП на базе алгоритмов условного прогнозирования // Автоматика и телемеханика. 1978, №9, с.146-160.
2. Первозванский А.А. Курс теории автоматического управления. М.: Наука, 1986.