

Гибридные системы в теории управления

В.М. Марченко, д.ф.-м.н., профессор

Белостокский технический университет

Белорусский государственный технологический университет

Математическое моделирование процессов управления и экономики, автоматика и телемеханика, теория передачи информации, радиология и химическая кинетика, оптика и радиоастрономия, моделирование технологических процессов в ядерных реакторах, плазме и лазерах, задачи демографии и т.д. предъявляют всё более возрастающие требования к автоматическим системам управления. Это, а также прогресс средств вычислительной техники, широкое распространение микропроцессоров в производстве диктуют необходимость изучения фундаментальных проблем математической теории управления, ставят новые задачи для более широкого класса динамических систем; появляется потребность в разработке новых более эффективных методов изучения таких систем, в частности, систем с запаздыванием, а также динамических систем с алгебраическими связями, описывающих процессы, в которых как эффектом запаздывания, так и алгебраическими связями пренебречь нельзя.

При составлении математических моделей реальных процессов управления приходится учитывать как дифференциальные, так и алгебраические связи, как непрерывные, так и дискретные взаимодействия, в частности, логические (цифровые) переменные, а во многих случаях и эффекты последствия. Адекватной моделью таких процессов являются взаимосвязанные системы дифференциальных уравнений и дискретных и/или разностных систем с использованием цифровых переменных и алгебраических соотношений. Эти системы относятся к классу гибридных. Следует, однако, признать, что термин «гибридные системы» перегружен. Гибридность означает, вообще говоря, неоднородность в природе рассматриваемого процесса или метода его изучения. Термин «гибридные системы» относят к системам, описывающим процессы или объекты с существенно различающимися характеристиками (см. выше), что, в конечном счете, и определяет характер (природу) гибридных систем.

В докладе рассматриваются вопросы качественной теории управления для гибридных систем вида:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1(t) &= \sum_{i=0}^l (A_{11,i}^c(t)x_1(t-ih) + A_{11,i}^s(t)x_1(kh-ih) + A_{12,i}^c(t)x_2(t-ih) + \\ & A_{12,i}^s(t)x_2(kh-ih) + A_{13,i}^d(t)x_3[k-i] + B_{1,u}^c(t)u(t-ih) + B_{1,u}^s(t)u(t-ih)), \\ x_2(t) &= \sum_{i=0}^l (A_{21,i}^c(t)x_1(t-ih) + A_{21,i}^s(t)x_1(kh-ih) + A_{22,i}^c(t)x_2(t-ih) + \\ & A_{22,i}^s(t)x_2(kh-ih) + A_{23,i}^d(t)x_3[k-i] + B_{2,u}^c(t)u(t-ih) + B_{2,u}^s(t)u(t-ih)), \end{aligned}$$

$$x_3[k] = \sum_{i=0}^k (A_{31i}^s(t)x_1(kh - ih) + A_{32i}^s(t)x_2(kh - ih) + A_{33i}^d(t)x_3[k - i] + B_{3i}^s(t)u(t - ih)), \quad t \in [t_0 + kh, t_0 + (k + 1)h), \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

Здесь $x_1(t) \in R^n$, $x_2(t) \in R^n$ характеризуют два типа непрерывных переменных, $x_3[k] \in R^n$ является цифровой переменной, $u(\cdot)$ – кусочно-непрерывное управление со значениями в R^r ; элементы матриц предписываются кусочно-непрерывными функциями и рассматривается специальная постановка начальной задачи.

Широтно-импульсное управление учебным процессом в частном вузе

А.С. Михалев, д.т.н., профессор

Минский институт управления

В технической кибернетике для управления инерционными объектами исключительно широко используются широтно-импульсные способы, базирующиеся на таком преобразовании непрерывного сигнала рассогласования $\varepsilon(t)$ в периодическую последовательность прямоугольных управляющих импульсов, при котором амплитуда (А) и период (Т) появления последних остаются постоянными, а продолжительность импульсов (t_u) пропорциональна значению $\varepsilon(t)$ в моменты их появления.

Учебный процесс в вузе также можно рассматривать как дискретное во времени целенаправленное воздействие преподавателя (лектора – источника управляющих воздействий) на сознание студента (инерционный объект управления). На основе этих представлений разработана многомерная многоконтурная дискретно-непрерывная структурно-логическая схема управления учебным процессом в вузе, в подсистеме «преподаватель-студент» которой, расписание занятий и график учебного процесса интерпретированы коммутирующими функциями. С позиций широтно-импульсного управления учебный процесс при его традиционной организации характеризуется крайне незначительной (менее одного(!) процента) относительной длительностью лекций (при чтении одной лекции в неделю) по некоторой i -й дисциплине:

$$\frac{t_n}{T} = \frac{80}{24 \cdot 7 \cdot 60} = 0,0079, \quad (1)$$

где числитель – продолжительность лекции, знаменатель – длительность недели в минутах. Между тем суммарная аудиторная нагрузка студента при одновременном изучении 10-12 дисциплин составляет $28 \div 36$ академических часов в неделю, так что относительная длительность