УДК 62-50

И.К. Асмыкович, доц., канд. физ.-мат. наук (БГТУ, г.Минск)

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ВЛОЖЕНИЯ В ТЕОРИИ ДЕСКРИПТОРНЫХ СИСТЕМ

При составлении математических моделей физических процессов и систем управления необходимо учитывать как дифференциальные, так и алгебраические связи, а во многих случаях и эффекты последействия, которыми нельзя пренебречь. Адекватной моделью таких процессов являются дескрипторные динамические системы с последействием. Такие системы находят широкое распространение в самых разнообразных областях современной науки и техники: в автоматике и телемеханике, радиологии, биологии и медицине, при моделировании технологических процессов переноса (материала и тепла), задачах демографии, ряде экономических моделей, теории электрических цепей и т. д.. Их теория является новым разделом качественной теории управления динамическими системами, поэтому в ней еще не установилась даже единая терминология. Такие системы называют [1] либо алгебро-дифференциальными, либо вырожденными, либо сингулярными, либо системами неразрешенными относительно производной, либо системами с обобщенным пространством состояний, либо дескрипторными, причем последнее название превалирует. По нашему мнению это название наиболее точно отражает специфику таких систем. Теория обыкновенных дескрипторных систем, т. е. систем без запаздывания разработана достаточно полно. В случае регулярных систем подробно изучены вопросы существования и единственности для непрерывных и дискретных систем, поставлены и решены различные задачи управляемости и наблюдаемости, подробно исследованы возможности изменения качественных характеристик дескрипторных систем с помощью линейной обратной связи по выходу и с помощью регуляторов, содержащих производные.

В последнее десятилетие для решения задач качественной теории управления в линейных системах, в частности, расчета линейных регуляторов для управления по принципу обратной связи разработан специальный метод решения линейных матричных уравнений, который подробно изложен в монографии [2], В ней этот метод применен к решению задач наблюдаемости, модального управления и обеспечения уничтожения возмущений, а также к ряду задач оптимального управления.

Рассмотрим линейную дескрипторную систему с запаздыванием вида

$$Hx(t) = Ax(t) + A_1x(t-h) + Bu(t) + Gq(t), t \geq 0, \qquad (1)$$

с согласованными начальными условиями и выходом

$$y(t) = Cx(t), \tag{2}$$

где $u(t)$ - r -мерный вектор управления, который предполагается достаточно гладким, $q(t)$ - p - мерный вектор возмущений, $y(t) - q$ – мерный вектор выхода, причем матрицы входа, возмущений и выхода имеют полный ранг, т.е.

$$H, A, A_1 \in R^{n\times n}, \quad B \in R^{n\times m}, G \in R^{n\times p}, C \in R^{n\times q}, \det H = 0, rankB = m,$$

$$rankG = p, rankC = q$$

Систему (1) будем полагать вполне регулярной [3], т.е.

$$\det(sH - A - A_1\lambda) \neq 0, \quad s, \lambda \in C, \tag{3}$$

Рассмотрим замыкание системы (1) разностным регулятором по состоянию

$$u(t) = \sum_{i=0}^{M} Q_i x(t - ih) \tag{4}$$

или дифференциально-разностным регулятором вида

$$u(t) = F\dot{x}(t) + \sum_{i=0}^{M} Q_i x(t - ih) \tag{5}$$

Используя метод канонизации решения матричных уравнений [3] для специальных классов дескрипторных систем и систем с запаздыванием в докладе получены отдельно необходимые и достаточные условия разрешимости проблемы уничтожения действия возмущений на выход системы с помощью регулятора (5). Показано, что использование регулятора (4) значительно усложняет задачу, предложен алгоритм синтеза регулятора (5). Аналогичные рассмотрения проведены для задач регуляризации и нормализации, а также реконструкции дескрипторных систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чистяков В.Ф., Щеглова А.А. Избранные главы теории алгебро-дифференциальных систем. Новосибирск: Сибирская издательская фирма РАН "Наука", 2003. – 320 с.
2. Буков В.Н. Вложение систем. Аналитический подход к анализу и синтезу матричных систем. – Калуга, 2006. – 720 с.
3. Марченко В.М. Вполне регулярные системы с последействием // Труды Института математики НАН РБ 2001. Том №7. С. 97–104.