XXXI Неделя науки СПбГПУ. Материалы межвузовской научной конференции. Ч. VI: С.137-139, 2003.

УДК 621.791.03.52

С.Н. Окорочков (асп., каф. САУ), С.А. Ковчин, д.т.н., проф.

УЧЕТ ВЛИЯНИЯ НУЛЕЙ МОДЕЛЕЙ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА КАЧЕСТВО ИХ ДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ

При синтезе модальных систем автоматического управления (САУ) используют стандартные формы полиномов. Эти полиномы в безразмерной форме представляют собой характеристические уравнения моделей замкнутых САУ с известным распределением корней, которое соответствует известным переходным функциям.

Таким образом, при синтезе модальной САУ, если известна только степень полинома знаменателя передаточной функции (ПФ) объекта управления, выбирают из заданного набора кривых переходного процесса желаемую характеристику и связанную с ней стандартную форму полинома знаменателя ПФ с определенными коэффициентами. Далее обычным путем находится значение коэффициентов обратных связей. Эта процедура является стандартной при синтезе регуляторов состояния.

Однако эти формы определены только для однородных дифференциальных уравнений. Рассматривается только общее решение дифференциального уравнения, учитывающее параметры самой системы и реакцию на задающее воздействие. Частного решения уравнения, учитывающего влияние вынужденной составляющей, нет. Решением данной проблемы является учет нулей (корней характеристического полинома числителя передаточной функции) при синтезе систем модального управления.

Проведен анализ литературных источников по данной проблеме. Согласно ряду источников, одним из возможных решений является компенсация влияния числителя ПФ на качество переходных процессов путем выбора матрицы преобразования регулятора, позволяющей совместить m полюсов регулятора с m нулей системы, однако компенсация числителя может быть удовлетворительной, только когда параметры системы в процессе работы изменяются незначительно.

В работе [1] рассмотрен полностью управляемый и наблюдаемый объект. В систему введено наблюдающее устройство. На основании проведенных исследований делаются следующие выводы:

1. Системы с наблюдающими устройствами имеют вырожденные передаточные функции (содержащие сокращающиеся множители).
2. Нули передаточной функции системы по заданию равны нулям передаточной функции объекта по управлению.
3. При отклонении параметров системы от расчетных передаточные функции перестают быть вырожденными, число полюсов и нулей увеличивается.
4. Возможно обеспечение желаемых значений всех полюсов системы и части нулей передаточных функций по каждому воздействию, доступному измерению. В этом случае можно вводить в систему связи не по всем воздействиям, приложенным к объекту. При этом свойство назначаемости всех полюсов системы сохраняется.

В монографии [2] впервые в отечественной литературе сделана попытка последовательно осветить основные положения, касающиеся понятия нуля линейной многомерной системы. Рассматривается понятие нуля линейной многомерной системы. Дается физическая интерпретация этого понятия. Нуль многомерной системы определяется как в терминах передаточной функции, так и на основе описания системы в пространстве состояния.

Рассмотрен оригинальный метод определения нулей управляемой системы в терминах матричного полинома, позволяющий выявить взаимосвязь нулей со структурой матриц входа и выхода системы и характеристиками управляемости. В результате получены оценки числа нулей в многомерной системе. Дано решение ряда типовых задач теории управления в пространстве состояний: обеспечение заданной точности в статических САУ, оценка погрешности слежения за сигналом. Показано, что разрешимость этих задач связана с понятием нуля линейной многомерной системы. Рассмотрены вычислительные аспекты проблемы и ряд вопросов, касающихся приложения этого понятия.

Проведенный анализ многих источников показывает, что решениям проблемы учета нулей в целом уделяется недостаточное внимание. Поэтому нами выявлены возможности вариантов нахождения требуемой структуры корректирующих устройств (параметров корректирующих связей) модальной системы управления.

Допустим, дана ПФ разомкнутой системы:

$$K(s)=\frac{M_p(s)}{N_p(s)}=\frac{B(s)}{A(s)}\cdot\frac{C(s)}{D(s)}; \qquad (1)$$

где B(s) и A(s) – известные полиномы числителя и знаменателя объекта управления,C(s) и D(s) – полиномы числителя и знаменателя корректирующего устройства, которые требуется определить, при выбранном (задаваемом) порядке D(s).

Тогда ПФ замкнутой системы будет иметь вид:

$$\Phi(s)=\frac{M_з(s)}{N_з(s)}=\frac{M_p(s)}{N_p(s)+M_p(s)}. \qquad (2)$$

Полином знаменателя замкнутой системы выбирается из стандартных форм, причем его порядок равен порядку полинома знаменателя разомкнутой системы, который равен сумме порядков объекта и регулятора.

Таким образом, полином знаменателя замкнутой системы будет иметь вид:

$$N_з(s)=A(s)\cdot D(s)+B(s)\cdot C(s) \qquad (3)$$

Будем рассматривать только нули объекта. В этом случае C(s) = 1. Тогда, зная корни полиномов $N_з(s)$, A(s) и B(s), можно определить корни полинома D(s), то есть полюса корректирующего устройства. Можно определить полином, который обеспечивает желаемую ПФ разомкнутой системы.

Таким образом, согласно желаемым формам и процессам для замкнутой системы, можно выбрать коррекцию, включаемую в непрерывную систему, такую, которая удовлетворяла бы требованиям качества для заданной системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гайдук А. Р., Луцкив Н. М. О нулях систем управления с наблюдающими устройствами // Известия ВУЗов. Электромеханика, 1984, №4. С. 53-55.
2. Смагина Е. М. Вопросы анализа линейных многомерных объектов с использованием понятия нуля системы – Томск: издательство Томского университета, 1990, 160с.