

УДК 517.91.1

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ РОБАСТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

© Г. Н. Яковенко

Yakovenko_G@mtu-net.ru

Московский физико-технический институт, Долгопрудный

Объектом исследования является система обыкновенных дифференциальных уравнений. В правой части системы присутствуют переменные, вместо которых могут оказаться достаточно произвольные функции независимой переменной (в этом смысле понимается робастность системы) — вход в систему. В качестве выхода понимается общее решение при фиксированном входе. Фиксация интервала изменения независимой переменной позволяет сопоставить каждому входу преобразование пространства состояний — сдвиг вдоль решений. По причине произвольности входа для системы “в общем положении” множество сдвигов выходит за рамки любой конечно-параметрической группы. Вводится класс групповых систем, у которых совокупность сдвигов вдоль решений — конечно-параметрическая группа. Показывается, что редукцией — уменьшением размерности — или “антиредукцией” — добавлением уравнений — групповой системе можно адекватно сопоставить систему (L-систему), которая дополнительно к группе сдвигов допускает группу симметрий по состоянию [1 — 3]. Обе группы конечно-мерны с совпадающим количеством параметров, и это количество равно размерности пространства состояний. Уравнения L-систем с точностью до преобразования переменных состояния моделируются набором чисел — структурными постоянными двух вышеупомянутых групп [4]. Совпадающая алгебраическая структура групп сдвигов и симметрий — подгруппы, нормальные делители и т.д. — позволяет целенаправленно строить замены переменных, декомпозирующие L-систему [5]. Структурные постоянные возможно выявить экспериментально, подавая на вход “пробные” воздействия и наблюдая выходы [6, 7].

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 05-01-00940).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яковенко Г. Н. Симметрии по состоянию в системах с управлением // Прикладная механика и математика: Межвед. сб. науч. тр. М.: МФТИ, 1992. С. 155–176.
2. Яковенко Г. Н. Дифференциальные уравнения с фундаментальными решениями: Софус Ли и другие. М.: Физматкнига, 2006. 112 с.
3. Данилов Н. Ю., Павловский Ю. Н., Соколов В. И., Яковенко Г. Н. Геометрические и алгебраические методы в теории управления. М.: МФТИ, 1999. 156 с.
4. Яковенко Г. Н. Теоретико-групповое моделирование систем типа “вход-выход” // В кн. Математические модели и методы их исследования. Труды международной конференции. Под редакцией В. К. Андреева и Ю. В. Шанько. Т. 2. Красноярск: Институт математического моделирования СО РАН, 2001. С. 302–307.
5. Яковенко Г. Н. Декомпозиция нелинейных управляемых систем с группой симметрий // Механика гироскопических систем / Киев: Вища школа, 1986. Вып. 5. С. 131–137.
6. Яковенко Г. Н. Идентификация структуры инвариантных моделей систем с управлением // Некоторые проблемы фундаментальной и прикладной математики: межвед. сб. науч. тр. М.: МФТИ, 1997. С. 164–171.
7. Яковенко Г. Н. Идентификация алгебраической структуры управляемых систем // Труды IV Международной конференции “Идентификация систем и задачи управления” SICPRO’05. Москва, 25 — 28 января 2005. С. 422–429.