

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ПО ДЕСКРИПТОРНЫМ СИСТЕМАМ

И.К. Асмыкович, Д.Е. Сидорчик, А.А. Королев

*Белорусский государственный технологический университет, ул. Свердлова 13-а,
220006, г. Минск, Беларусь, asmik@tut.by*

Доклад посвящен результатам многолетней работы по сбору публикаций по специальному классу математических моделей систем управления – дескрипторным системам, которые ряд авторов называют дифференциально-алгебраическими, либо сингулярными, либо неразрешенными относительно производной, либо гибридными. Библиографический указатель составлен на основе анализа публикаций в многочисленных журналах по математической теории управления, реферативных журналов, специализированных информационных ресурсов Интернета, списков цитированных работ. Для удобства работы с указателем составлена база данных, которая позволяет быстро находить работы конкретного автора, распределение публикаций по годам, работы по специальным задачам для таких систем.

Ключевые слова: Библиографический указатель; теория управления; дескрипторные системы; база данных.

DEVELOPMENT OF A DATABASE FOR DESCRIPTOR SYSTEMS

I.K. Asmykovich, D.E. Sidorchik, A.A. Korolev

*Belarusian State Technological University, st. Sverdlova 13-a, 220006,
Minsk, Belarus, asmik@tut.by*

The report is devoted to the results of many years of work on collecting publications on a special class of mathematical models of control systems - descriptor systems, which a number of authors call differential-algebraic, or singular, or unresolved with respect to the derivative, or hybrid. The bibliographic index is compiled on the basis of an analysis of publications in numerous journals on mathematical control theory, abstract journals, specialized Internet information resources, and lists of cited works. For the convenience of working with the index, a database has been compiled that allows you to quickly find the works of a particular author, the distribution of publications by year, and works on special problems for such systems.

Keywords: Bibliographic index; control theory; descriptor systems; database.

Введение

В качественной теории управления движением, которая активно развивалась в XX веке, основной математической моделью часто была линейная система обыкновенных дифференциальных уравнений или урав-

нений в частных производных, или нелинейная модель для которой обычно рассматривалось линейное приближение. Для таких объектов подробно рассмотрены и проанализированы основные задачи качественной теории управления, получены критерии их разрешимости, разработаны алгоритмы синтеза необходимых регуляторов. Основные публикации до 80-х годов отражены в библиографических указателях [1,2], основные результаты во многочисленных обзорах, например, [3]. Но в XXI веке было выяснено, что даже для таких моделей решены далеко не все задачи [4].

Классическим математической моделью в качественной теории управления для обыкновенных линейных систем является система вида

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t), \quad (1)$$

$$x(0) = x_0,$$

$$y(t) = Cx(t) \quad (2)$$

где $x(t)$ – n -вектор состояния, $u(t)$ – r - вектор управляющих воздействий, y – m -вектор выхода или наблюдаемых координат, A , B , C – постоянные матрицы соответствующих размеров.

При дальнейшем изучении реальных динамических систем управления было выяснено, что представление (1), (2) далеко не всегда корректно описывают объект управления. При составлении математических моделей физических процессов и систем автоматического регулирования необходимо учитывать, как дифференциальные, так и алгебраические связи, как непрерывные, так и дискретные взаимодействия. Адекватной математической моделью таких процессов являются линейные системы дифференциальных уравнений неразрешенные относительно производной. На необходимость изучения таких систем обращал внимание академик Лузин Н.Н. [5]. 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 в плазме и лазерах, ряде экономических моделей и т.д. [7-16]. Их называют дескрипторными [11, 13, 14,15]. а также дифференциально-алгебраическими [12]. или алгебро-дифференциальными [9, 10]. либо сингулярными [8, 16], либо неразрешенными относительно производной [7]. Математически такие системы записываются в виде

$$S\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t), \quad (3)$$

$$Sx(0) = Sx_0, \quad \det S = 0,$$

В таких системах имеются существенные сложности в вопросах су-

существования и единственности решения, но при условии регулярности

$$\det[\lambda S - A] \neq 0 \quad (4)$$

они снимаются.

Системы в виде (3) широко используются при моделировании процессов в электрических цепях, технологических процессов переноса (материала и тепла), задачах демографии. Это происходит тогда, когда наряду с дифференциальными связями встречаются и алгебраические (функциональные) зависимости, например, условия материального или финансового баланса.

Отметим, что при составлении указателей прежними способами возникают трудности при их использовании. Так указатель [5] содержит 6016 публикаций, но найти работы по конкретным задачам теории непрерывных дробей, или посмотреть распределение работ по годам весьма затруднительно.

Понятно, что при этом возникает проблема дублирования работ и исследований, когда одни и те же задачи с небольшими изменениями изучаются в большом количестве статей или тезисов и материалов конференций. Поэтому возникла идея использовать современные возможности информационных технологий и разработать базу данных, которая позволит быстро находить публикации конкретного автора, даже если статья в соавторстве, выяснять число и годы публикаций по конкретным задачам для дескрипторных систем.

1. Методология исследования / теоретические основы

Данная база данных создана на основе библиографического указателя [15] по теме дескрипторных систем управления. Указатель составлялся в течение 35 лет путем анализа реферативных журналов по данной тематике, просмотра материалов научных конференций по качественной теории управления, анализа списков цитирования статей по дескрипторным системам. База данных содержит данные о литературных источниках, журналах, материалах конференций, монографиях и сборниках научных трудов в которых были опубликованы статьи по указанной тематике, а также полный список авторов. Реализована в СУБД Microsoft Access.

Данные расположены в основных трёх таблицах: «Журналы», «Авторы», «Литература». Для осуществления возможности выборки данных между ними использовались связи «один-ко-многим» (реализуется тогда, когда объекту А может принадлежать или же соответствовать несколько

объектов Б, но объекту Б может соответствовать только один объект А) и «многие-ко-многим» (реализуется в том случае, когда несколькими объектами из таблицы А может соответствовать несколько объектов из таблицы Б, и в тоже время несколькими объектами из таблицы Б соответствует несколько объектов из таблицы А). «Журналы» и «Литература» связаны первым типом связи, «Литература» и «Авторы» - вторым. Для реализации связи «многие-ко-многим» была создана промежуточная таблица, содержащая в себе ключи связанных таблиц, которые являются значениями, уникально идентифицирующие каждую запись в них.

Для удобства отображения информации для пользователя было создано 3 запроса на выборку данных, которые в зависимости от введенной информации пользователем выводят соответствующие записи в объединенной таблице. Реализовано 3 варианта отбора записей:

- выборка данных на основе информации о публикации;
- выборка данных на основе информации об авторе;
- выборка данных для отображения публикаций в журнале.

При выборке данных на основе информации о публикации или об авторе, вводится непосредственно полное наименование или фамилия, либо отдельная фраза или буква в первом диалоговом окне. Также потом можно ввести конкретный год, если пользователя интересуют публикации за какой-то конкретный промежуток времени. В выборке данных по журналу просто достаточно ввести наименование журнала или ключевое слово, по которым будут выведены публикации в подходящих под условия запроса журналах.

Для удобства восприятия информации для пользователя в выборки по авторам и журналам была добавлена функция-модуль, написанная на языке Visual Basic, осуществляющая подсчет выведенных записей и присвоению каждой из них в выборке своего порядкового номера. Модуль – это объект Access, в котором хранится коллекция процедур. Внутри данного модуля написана пользовательская функция Numeration, которая принимает в себя один аргумент var, по которому и осуществляется нумерация записей. Функция, в свою очередь, состоит из ряда операторов, которые выполняют некоторое действие, и тоже могут получать аргументы. Однако, в отличие от подпроцедур в Access, функции возвращают значение.

В дальнейшем данная база может быть улучшена, в частности, может быть добавлен графический интерфейс для более понятной и удобной работы с данными для пользователя, добавлены возможности одновременного поиска по фамилии и журналу, году и автору, году и журналу

2. Результаты и их обсуждение

Таким образом если надо выяснить современное состояние исследований по стабилизации или модальному управлению, управляемости или наблюдаемости, расщепимости или реконструкции дескрипторных систем, то это можно будет сделать достаточно быстро. Такая база данных позволит при переходе на изучение специальных классов дескрипторных систем, в частности, дескрипторных систем с запаздыванием, систем над коммутативными кольцами, нелинейных систем различных классов, систем с многомерным временем находить мгновенно список публикаций. Можно получить список научных журналов и конференций, где рассматриваются системы такого типа. Конечно, сейчас в Интернете есть большое количество поисковых систем, но все они весьма широкого профиля, и различают дифференциально – алгебраические, сингулярные, неразрешенные относительно производной, а в данной базе данных они объединены и поэтому собраны почти все работы по дескрипторным системам за 40 лет [14, 15].

Библиографические ссылки

1. Теория управления движением. Часть I. Линейные конечномерные системы. Библиогр. указ. / Сост. Габасов Р. Кириллова Ф.М., Марченко В.М., Асмыкович И.К. Мн.: Ин-т матем. АН БССР, 1983. 132 с.
2. Теория управления движением. Часть II. Нелинейные и бесконечномерные системы: Библиогр. указ. / Сост. Габасов Р. Кириллова Ф.М., Марченко В.М., Асмыкович И.К. Мн.: Ин-т матем. АН БССР, 1983. 87 с.
3. Асмыкович И.К., Габасов Р., Кириллова Ф.М., Марченко В.М. Задачи управления конечномерными системами // Автоматика и телемеханика. 1986. №11. С. 5–29.
4. Поляк Б.Т., Щербаков П.С. Трудные задачи линейной теории управления // Автоматика и телемеханика 2005, № 5. С.7-46.
5. Лузин Н.Н. К изучению матричной теории дифференциальных уравнений // Автоматика и телемеханика. 1940. № 5. С. 4–66.
6. Шмойлов В. И., Коровин Я.С., Войтулевич В. Ю. Непрерывные дроби. Библиографический указатель. Lap Lambert Academic Publishing, Saarbrücken, Germany, 2017. 560 с.
7. Ахундов А.А. Обзор некоторых результатов по теории линейных дифференциальных уравнений, неразрешенных относительно производной // Mathematical control theory / Banach Contr. Publ. Warsaw, 1985. Vol. 14. P. 7–16.

8. Dai L. Singular Control Systems // Lecture Notes in Control and information Sciences, Vol.118. Berlin, Springer-Verlag, 1989. 439 p.
9. Чистяков В. Ф., Щеглова А. А. Избранные главы теории алгебро-дифференциальных систем. Новосибирск: Сибирская издательская фирма РАН "Наука", 2003. 320 с.
10. Бояринцев Ю.Е. Линейные и нелинейные алгебро-дифференциальные системы. Новосибирск: Наука. 2000.
11. Feng Yu, Yagoubi M. Robust Control of Linear Descriptor Systems Publisher : Springer Singapore, Mar. 2017.
12. Ilchmann A., Reis T. Surveys in Differential-Algebraic Equations I-IV Differential-Algebraic Equations Forum, Berlin, Heidelberg, Springer, 2013-2017.
13. Белов А. А., Курдюков А. П. Дескрипторные системы и задачи управления. М.: Физматлит, 2015. 272 с.
14. Дескрипторные системы управления: Библиогр. Указ. / АН БССР, Ин-т математики: Сост.: Р. Габасов, Ф. М. Кириллова, И. К. Асмыкович. Мн., 1988. 38 с.
15. Дескрипторные системы управления: Библиографический указатель / сост. И.К Асмыкович. Минск: БГТУ, 2022. 343 с
16. Debeljkovic D. Lj, I. M. Buzurovic Lyapunov Stability of Linear Continuous Singular Systems: An Overview // International Journal of Information & System Science, (Canada), 2011, V. 7, №. 2-3. P. 247–268.