

**АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
ЦЕНТРОСОЮЗА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ КООПЕРАЦИИ»
СМОЛЕНСКИЙ ФИЛИАЛ**

**ИНФОРМАТИКА,
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ,
ЭКОНОМИКА**

Том 2

*Сборник научных статей по итогам
Третьей Международной научно-практической
конференции
(в трех томах)*

г. Смоленск, 24-26 апреля 2013 г.

Смоленск 2013

УДК 32.81+65.050+65

ББК 004+330.4+330

И 74

Организационный комитет конференции:

Председатель – Усков Андрей Александрович, д.т.н., профессор
Российского университета кооперации (Россия).

Заместитель председателя – Михаль Олег Филиппович, д.т.н.,
профессор Харьковского национального университета радиоэлектроники
(Украина).

Члены оргкомитета:

Белокопытов А. В., д.э.н. профессор ФГБОУ ВПО «Смоленская ГСХА» (Россия);
Борисов В. В., д.т.н. профессор филиала ФГБОУ ВПО «Национальный
исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске (Россия); Гнездова Ю. В., д.э.н.
профессор Российского университета кооперации (Россия); Дли М. И., д.т.н. профессор
филиала ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г.
Смоленске (Россия); Иванов Ю. В., д.м.н. профессор ФГБУ «Федеральный научно-
клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских
технологий Федерального медико-биологического агентства России» (Россия); Курилин
С. П., д.т.н. профессор Российского университета кооперации (Россия); Руденко О. Г.,
д.т.н. профессор Харьковского национального университета радиоэлектроники (Украина);
Тимофеев В. А., д.т.н. профессор Харьковского национального университета
радиоэлектроники (Украина); Удовенко С. Г., д.т.н. профессор Харьковский
национальный университет радиоэлектроники (Украина); Чернова А. В., д.э.н. профессор
Российского университета кооперации (Россия); Юденков А. В. д.ф.-м.н. профессор
ФГБОУ ВПО «Смоленская ГСХА» (Россия).

Секретарь – Киселев Игорь Александрович, аспирант РУК.

**И 74 Информатика, математическое моделирование,
экономика:** Сборник научных статей по итогам Третьей
Международной научно-практической конференции, г.
Смоленск, 24-26 апреля 2013 г. В 3-х томах. Том 2 – Смоленск:
Смоленский филиал Российского университета кооперации,
2013. – 207 с.: ил.

ISBN 978-5-91805-026-2

Сборник включает более 100 научных статей преподавателей,
сотрудников и аспирантов учебных заведений и научных организаций
Российской Федерации, Украины и Республики Беларусь,
представленных на Международной научно-практической
конференции.

Для специалистов в области информатики, математического
моделирования и экономики.

Статьи печатаются в авторской редакции.

ББК 004+330.4+330

ISBN 978-5-91805-026-2

© “Российский университет кооперации”
Смоленский филиал, 2013

В качестве промежуточного этапа, предложена модель КА, выполненная на СП. Намечены перспективные направления дальнейшего поиска и использования разработанных представлений.

1. Михаль О.Ф. Глобальный системный контекст развития ЭВМ // Информатика, математическое моделирование, экономика: Сборник научных статей по итогам Второй Международной научно-практической конференции, г. Смоленск, 20 апреля 2012 г. В 3-х томах. Том 1 – Смоленск: Смоленский филиал АНО ВПО ЦС РФ "Российский университет кооперации", 2012. – с. 38-47.

(http://smolensk.ruc.su/science/nauchno_issledovatel'skaya_deyatelnost_filiala/ИММЭ%202012%20Том%201.pdf)

2. Т. Тоффоли, Н. Марголус. Машины клеточных автоматов. – М.: «Мир», 1991. – 280 с.

3. В.Е. Котов. Сети Петри. – М.: Наука, 1984. – 160 с.

4. Усков А.А., Круглов В.В. Интеллектуальные системы управления на основе методов нечеткой логики. – Смоленск: Смоленская городская типография, 2003. – 177 с.

(<http://www.uskov.net/files/A.A.Усков,%20В.В.Круглов.%20Интеллектуальные%20системы%20управления%20на%20основе%20метода%20нечеткой%20логики.pdf>)

5. У. Росс Эшби. Конструкция мозга. Происхождение адаптивного поведения. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1962. – 398 с.

6. Н.М. Амосов. Алгоритмы разума. – К.: Наукова думка, 1979. – 224 с.

7. Жак Клузо, Жак Перрен (Jacques Cluzaud, Jacques Perrin). Жители океанов. ч.3. Народ рифов (Le Peuple Des Oceans. 3. Le Peuple Des Recifs). – Galatee Films, 2011. – DVD5, 3,7 Gb.

к.т.н. доцент Наталуха Ю.В.,

аспирант Ильин М.А.,

к.т.н. доцент Токарев В.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

E-mail: tvv.v@mail.ru

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К ИДЕНТИФИКАЦИИ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В работе используется метод сравнения, позволяющий существенно повысить точность процессов идентификации, что ведет к улучшению контроля и управления для различных объектов и систем. Метод сравнения позволяет фиксировать значения предиката $\Phi(x, y)$ как функцию двух входных сигналов, а предикат $\Phi(x, y)$

представить в виде: $\Phi(x, y) = D(\varphi(x), \varphi(y))$ где элементы (x) и (y) пробегают произвольную абелеву группу G , а $\varphi: G \rightarrow L$ - гомоморфизм G на некоторую абелеву группу L , т.е. φ -отображение G на L удовлетворяющее условию: $\varphi(x + y) = \varphi(x) + \varphi(y)$.

В настоящее время имеет место понятие о равенстве и не равенстве двух предикатов, которое дает информацию о разбиении множества входных сигналов на классы эквивалентности относительно неизвестного преобразователя. Один преобразователь осуществляет более мелкое разбиение, другой - более крупное, что физически определяет точность идентификации.

Физическую интерпретацию изменения точности предикатов n -мерной линейности можно показать на эффекте дальтонизма. Огрубление предикатов ведет к сокращению числа классов эквивалентности входного пространства - слиянию и не различению цветов, например, синего - зеленого и красного - оранжевого.

Математические модели идентификации реальных систем основываются на методе сравнения и используют конечные наборы линейных функционалов [3]. В этом случае пространство входных сигналов отображается с помощью линейного преобразования φ в n -мерное арифметическое пространство; $\varphi: H \rightarrow R^n$, где H - вещественное гильбертово пространство, выбранное в качестве входного, что позволяет с высокой степенью адекватности описывать широкий класс динамических процессов.

Утверждение 1. Предикат $\Phi(x, y)$ определяет на абелевой группе отношение эквивалентности:

$$x \sqcup y, \text{ если } \Phi(x, y) = 1, \quad (1)$$

Классы эквивалентности $A_i (i = 0, 1, \dots, n)$ являются полными прообразами элементов $a \in L$ группе G . В силу основной теоремы о гомоморфизмах групп [4, 5] полные прообразы элементов $a \in L$ при гомоморфизме $\varphi: G \rightarrow L$ являются смежными классами $x + A_0$ группы G по ядру отображения:

$$\text{Ker} \varphi = A_0, \quad (2)$$

$$\text{где } A_0 = \{x \in G, \varphi(x) = 0\}.$$

Элементы $x, y \in G$ эквивалентны тогда и только тогда, когда они лежат в одном и том же смежном классе группы G по подгруппе $A_0 = \text{Ker} \varphi$. Значит, предикат $\Phi(x, y)$ вполне определяется заданием подгруппы:

$$A_0 = \{x \in G, x \square 0\} = \text{Ker} \varphi, \quad (3)$$

При формализации процессов идентификации линейных динамических систем доказаны следующие утверждения.

Утверждение 2. Равенство:

$$\Phi_1(x, y) = \Phi_2(x, y) (\forall x, y \in G), \quad (4)$$

имеет место тогда и только тогда, когда:

$$\text{Ker} \varphi_1 = \text{Ker} \varphi_2, \quad (5)$$

Утверждение 3. Предикат $\Phi_2(x, y)$ грубее предиката $\Phi_1(x, y)$ тогда и только тогда, когда:

$$\text{Ker} \varphi_1 \leq \text{Ker} \varphi_2, \quad (6)$$

Данные утверждения позволяют синтезировать алгоритмы идентификации наиболее рационального вида, в том числе с заданной точностью.

Возьмем $G = H$ вещественное гильбертово пространство, L - конечномерное евклидово (вещественное) пространство, а $\varphi : H \rightarrow L$ непрерывный линейный оператор из H на L .

Тогда $\text{Ker} \varphi = H_0$ есть замкнутое подпространство пространства H .

Рассмотрим произвольный базис: $l_1, l_2, \dots, l_n$ в L .

Тогда:

$$\varphi(x) = f_1(x)l_1 + \dots + f_n(x)l_n, \quad (7)$$

где $f_1(x), \dots, f_n(x)$ - непрерывные линейные (вещественные) функционалы на H (ясно, что они линейно независимы).

Введем в рассмотрение координатное пространство:

$$L' = (f_1(x), \dots, f_n(x)). \quad (8)$$

Назовем предикатом n - мерной линейности (n - предикатом) [6,7] выражение: $\Phi(x, y) = D(\varphi(x), \varphi(y))$, здесь $\varphi: H \rightarrow L$ по - прежнему непрерывный линейный оператор из H в любое конечномерное линейное пространство над полем вещественных чисел.

Этот предикат $\Phi(x, y)$ n - мерной линейности на H реализуются следующим образом:

1) задаем произвольно n - линейно независимых непрерывных линейных функционалов $f_1(x), \dots, f_n(x)$ на H и вводим линейное n - мерное пространство: $L' = (f_1(x), \dots, f_n(x))$;

2) вводим линейный оператор: $\varphi: H \rightarrow L$, где $\varphi(x) = (f_1(x), \dots, f_n(x))$;

3) полагаем, что: $\Phi(x, y) = D(\varphi(x), \varphi(y))$.

Утверждение 4. Пусть $\Phi_1(x, y)$ и $\Phi_2(x, y)$ - два предиката n - мерной линейности на $H \times H$, т. е.:

$$\begin{aligned} \Phi_1(x, y) &= D(\varphi_1(x), \varphi_1(y)), \quad \varphi_1(x) = (f_1(x), \dots, f_n(x)) \\ &\quad , \\ \Phi_2(x, y) &= D(\varphi_2(x), \varphi_2(y)), \quad \varphi_2(x) = (\Psi_1(x), \dots, \Psi_n(x)) \end{aligned} \quad (9)$$

где $f_i(x), \Psi_i(x)$ - непрерывные линейные функционалы на H . Предикат $\Phi_2(x, y)$ грубее предиката $\Phi_1(x, y)$ тогда и только тогда, когда существует такая вещественная матрица:

$$A = \begin{bmatrix} \varphi_{11} & \dots & \dots & \varphi_{12} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \varphi_{n1} & \dots & \dots & \varphi_{nr} \end{bmatrix} \quad (10)$$

что:

$$f_i(x) = a_{i1}\Psi_1(x) + \dots + a_{ir}\Psi_r(x), \quad (i = 1, 2, \dots, n).$$

Данное утверждение используется при построении процедур идентификации с заданной точностью [8] и позволяет учитывать особенности пространства входных сигналов. Следующая формула является каноническим видом предиката n - мерной линейности [7], дающим возможность унифицировать программно-аппаратную реализацию алгоритмов:

$$\Phi(x, y) = D(Px, Py), \quad (11)$$

Здесь P - оператор проектирования пространства H на его конечномерное пространство L [9]. При этом для любого $x \in H$ имеет место равенство:

$$P(x) = f_1(x)l_1 + \dots + f_n(x)l_n, \quad (12)$$

где $f_1(x), \dots, f_n(x)$ - непрерывные линейные функционалы на H .

Утверждение 5. Пусть предикат n - мерной линейности $\Phi(x, y)$ задается с помощью непрерывных линейных функционалов $f_1(x), \dots, f_n(x)$. Функционалы $f_1(x), \dots, f_n(x)$ тогда и только тогда реализуются как координаты в базисе $l_1, l_2, \dots, l_n$ некоторого конечно - мерного замкнутого подпространства L пространства H , когда имеет место свойство биортогональности:

$$f_i l_j = \begin{cases} 1, & \text{при } i=j; \\ 0, & \text{при } i \neq j. \end{cases}, \quad (13)$$

При проектировании P на конечномерное подпространство L_1 пространства H базисы в H можно выбирать различными способами. Для перехода от одного базиса к другому используется соотношение:

$$\alpha(x) = A^{-1}\varphi(x), \quad (14)$$

Здесь $\alpha_1(x), \dots, \alpha_n(x)$ - координаты векторов $Px \in L_1$ в базисе $u_1, \dots, u_n$: $\varphi(x) = f_1(x), \dots, f_n(x)$ - координаты вектора

$Px \in L_1$ в базисе $l_1, \dots, l_n : A = (a_{ij}) = f_i u_j$ - матрица перехода от одного базиса к другому. При данном подходе в качестве H практически всегда выбирается подпространство $L_2[0,1]$ -интегрируемых по Лебегу вещественных функций на отрезке $[0,1]$. В силу известной теоремы Рисса об общем виде линейного функционала на H [3] каждый линейный функционал $f_i(x)$ имеет вид:

$$f_i(x) = \int_0^1 x(t) a_i(t) dt, \quad (15)$$

где $x(t)$ пробегает $L_2[0,1]$, а $a_i(t) \in L_2[0,1]$ - фиксированная функция.

Функционалы $f_1(x), \dots, f_n(x)$ вида:

$$f_i(x) = \int_0^1 x(t) a_i(t) dt, \text{ линейно не зависимы тогда и только тогда,}$$

когда линейно независимы на отрезке $[0,1]$ функции $a_1(t), a_2(t), \dots, a_n(t)$. В силу этого выбор n - линейно независимых непрерывных линейных функционалов $f_1(x), \dots, f_n(x)$ на $H = L_2[0,1]$ сводится к выбору n - линейно не зависимых функций $a_1(t), \dots, a_n(t) \in L_2[0,1]$. Получен удобный критерий линейной независимости функций, связанный с оценкой собственных чисел матрицы Грама.

Показано, что две линейно независимые системы функций определяют один и тот же предикат n - мерной линейности, если существует матрица перехода A^* , удовлетворяющая условию:

$$a A^* - f = 0, \quad (16)$$

С целью повышения помехоустойчивости алгоритмов идентификации критерий точности выбора матрицы A^* определяется следующим образом:

$$\min_{A^*} \|a A^* - f\| \leq \delta, \quad (17)$$

где $\delta > 0$ - наперед заданный порог.

Наборы функций $\{a_i(t)\}_{i=1}^n$ и $\{f_i(t)\}_{i=1}^n$ всегда можно задавать своими конечными аппроксимациями на отрезке $[0,1]$, т.е. зафиксировать наборы точек $t_1, t_2, \dots, t_p \in [0,1]$ и определить значения функций в этих точках. Тогда при высокой точности аппроксимации возможна замена наборов $\{a_i(t)\}_{i=1}^n$ и $\{f_i(t)\}_{i=1}^n$ на приближенные значения линейно независимых функций $\{\tilde{a}_i(t)\}_{i=1}^n$ и $\{\tilde{f}_i(t)\}_{i=1}^n$.

1. Рисс Ф., Секефальви-Надь Б. Лекции по функциональному анализу. М: Мир, 1979. 587с.

2. Курош А. Г. Теория групп. М.: Наука, 1967, 648с.

3. Бураки Н. Общая топология. М.: Наука, 1969. 392с.

4. Горбатов В А. Основы дискретной математики. М.: Высш. шк., 1986. 311с.

5. Березин К С, Жидков К Я. Методы вычислений. М.: Наука, 1966. Т.1. 632 с.

6. D.Hilbert and P. Bernays. Grundlagen der mathematic // Springer - Verlag. 1968. 557с.

Мальцев С.В., Чертков В.М. Повышение надежности идентификации нелинейных объектов	77
Михаль О.Ф. Информационный аспект организации индивидуальной творческой человеческой деятельности	81
Михаль О.Ф. Синтез модели клеточного автомата на сети Петри. Часть I. Гносеологический аспект	89
Михаль О.Ф. Синтез модели клеточного автомата на сети Петри. Часть II. Масштабируемая структура	94
Наталуха Ю.В., Ильин М.А., Токарев В.В. Об одном подходе к идентификации динамических систем	103
Кулиш С.Н, Олейник В.П., Аксенова Т.А, Кенне Т.П.,Огарь В.И Поиск информативных признаков состояния монотонии операторов автоматизированных систем	110
Петров К.Э., Кобзев И.В. Идентификация модели покупательского поведения	114
Михаль О.Ф., Прокопов П.В. Моделирование на MathCad клеточных автоматов с альтернативными конкурирующими правилами смены состояний клеток	119
Пульнова К.Г., Амелин С.А. Корректор коэффициента мощности на основе LT1249	125
Панкратова Е.А., Шолохов С.В. Распознавание человека по биометрическим параметрам лица	128
Римская Л.П., Скородулина Е.Ю. Основная краевая задача для бигармонических функций в стохастической постановке	132
Руденко О.Г., Бессонов А.А., Бобнев Р.В. Адаптивное масштабирование шага дискретизации входных данных при аппроксимации функций с помощью РБФ	135
Луферов В.С., Федулова С.А., Создание WEB-приложений с облегченной логикой	139
Руденко О. Г., Мирошниченко С.В. Моделирование нелинейных объектов с помощью алгоритмов программирования с генной экспрессией	142
Царьков М.Е. К вопросу о синтезе оптимального регулятора системы траекторного управления самонаводящейся ЗУР	146
Танянский С.С., Гринева Е.Е., Горпиненко Ю.С. Условия сохранения информации в задачах реструктуризации баз данных	151
Тучин О.В. Модель структуры комплекса технических средств системы управления зданием	156
Удовенко С.Г., Чалая Л.Э., Альхайек Р. Робастное управление нечеткой линеаризованной динамической системой с аддитивным представлением неопределенностей	162

Научное издание

**ИНФОРМАТИКА, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЭКОНОМИКА**

Том 2

*Сборник научных статей по итогам
Третьей Международной научно-практической
конференции*

г. Смоленск, 24-26 апреля 2013 г.

ISBN 978-5-91805-026-2



Подписано в печать 13.05.2013
Формат 60x84 1/16. Печать цифровая
Печ. л. 12,94. Тираж 150 экз.

Смоленский филиал Российского университета кооперации
214018, Смоленск, проспект Гагарина, 58