

П Р И К Л А Д Н А Я

ИНФОРМАТИК@

научно-практический
журнал

№ 2 (44) 2013

ISSN 1993-8314



СИНЕРГИЯ ПРИНТ

П Р И К Л А Д Н А Я

ИНФОРМАТИК@



научно-практический
журнал

№ 2 (44) 2013

Март-апрель

ISSN 1993-8314

Московский финансово-промышленный университет «Синергия»

С 19 февраля 2010 года журнал включен в Перечень ведущих периодических изданий, рекомендованных ВАК для публикации результатов диссертационных исследований.

Уважаемые коллеги!

Наш журнал расширяет сферу деятельности, как в России, так и за рубежом. Мы готовимся к работе в двуязычном формате: часть материалов будет публиковаться на английском языке, который также является рабочим языком журнала. В связи с этим значительно расширен состав редакционного совета — мы пригласили к сотрудничеству иностранных специалистов в области прикладной информатики. В работе редакционного совета стали участвовать представители университетов Англии, Германии, Италии, Испании, Латвии и Польши.

В этом году многие значимые российские и некоторые зарубежные конференции, посвященные проблемам современной информатики, проходят при активном участии нашего журнала. Так, в Санкт-Петербурге состоятся следующие мероприятия:

1. Международная школа-семинар «Бизнес-информатика: состояние, проблемы и перспективы». Отличительная особенность этого мероприятия заключается в том, что кроме выступлений и мастер-классов, проводимых известными учеными, при участии российских и иностранных ученых проходят предварительные обсуждения диссертаций, подготовленных российскими и зарубежными молодыми учеными. В составе программного комитета школы-семинара четыре представителя редакционного совета журнала «Прикладная информатика». Подробная информация содержится на второй странице обложки.

2. IX Международная конференция по современным проблемам прикладной информатики, в организации которой наш журнал принимает непосредственное участие. Подробная информация помещена на третьей странице обложки.

О составе данного номера заметим, что, кроме традиционной тематики, в рубриках «IT-менеджмент» и «Лаборатория» представлены публикации актуальной транспортно-логистической направленности из Санкт-Петербургского университета гражданской авиации:

Ю. И. Палагин, А. И. Мочалов, А. В. Тимонин «Математическое моделирование и расчет характеристик трехмодальных транспортно-терминальных сетей»;

А. В. Фараонов «Ситуационная модель выбора маршрута доставки».

Главный редактор
А. А. Емельянов

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Главный редактор

Емельянов А. А., докт. экон. н., проф., Национальный исследовательский университет «МЭИ»; Национальное общество имитационного моделирования, Санкт-Петербург

Сопредседатели редакционного совета

Рубин Ю. Б., докт. экон. н., проф., чл.-корр. РАО, Ректор МФПУ «Синергия», зав. кафедрой Теории и практики конкуренции

Мешалкин В. П., докт. техн. н., проф., чл.-корр. РАН, Директор Института логистики ресурсосбережения и технологической инноватики, РХТУ им. Д. И. Менделеева

Члены редакционного совета

Амбросов Н. В., докт. экон. н., проф., зав. кафедрой Информатики и кибернетики, БГУЭФ (Иркутск)

Багриновский К. А., докт. экон. н., проф., зав. лабораторией Имитационного моделирования, ЦЭМИ РАН

Бандевич Л., Habil. Dr, докт. экон. н., проф., Факультет Экономики и Управления, Латвийский Университет, Рига, Латвия

Бендигов М. А., докт. экон. н., проф., зав. кафедрой ИУИМ МФПУ «Синергия», вед. научн. сотр. ЦЭМИ РАН

Бугорский В. Н., канд. экон. н., проф., кафедра ВТиП, СПбГЭУ

Волкова В. Н., докт. экон. н., проф., кафедра Информационных систем в экономике и менеджменте, СПбГПУ

Дик В. В., докт. экон. н., проф., зав. кафедрой ИМиЭК МФПУ «Синергия»

Диго С. М., канд. экон. н., проф., отв. за работу с авторизованными учебными центрами и образовательными учреждениями, Компания «1С», Москва

Дли М. И., докт. техн. н., проф., зав. кафедрой МИТЭ, Зам. директора Филиала НИУ «МЭИ» в Смоленске

Козлов В. Н., докт. техн. н., проф., зав. кафедрой Системного анализа и управления, СПбГПУ

Коршунов С. В., канд. техн. н., проф., проректор МГТУ им. Н. Э. Баумана

Милош М., PhD, проф., зам. директора Института компьютерных наук, Люблинский Технологический Университет, Люблин, Польша

Мэйпл К., Dr, Профессор компьютерных вычислений, Бэдфордширский Университет, зам. вице-канцлера по исследованиям предприятий, Лутон — Бэдфордшир, Великобритания

Павловский Ю. Н., докт. физ.-мат. н., проф., чл.-корр. РАН, зав. отделом ИС, ВЦ им. А. А. Дородницына РАН

Заместители главного редактора

Власова Е. А., научная редакция Редакционно-издательского центра МФПУ «Синергия»;

Прокимов Н. Н., канд. техн. н., доцент, кафедра Информационных систем, МФПУ «Синергия»

Потёмкин А. И., докт. техн. н., зав. кафедрой Корпоративного управления и электронного бизнеса, РГУТиС, Московская обл. (п. Черкизово)

Прауссело Фр., PhD, Полный профессор международной экономики, Директор Департамента Экономики и Финансов, Университет Генуи, Италия

Пузанков Д. И., докт. техн. н., проф., зав. кафедрой Вычислительной техники, СПбГЭУ «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова

Пуигханер Л., Dr, проф., Директор Центра процессов и технологий воздействия на окружающую среду, Политехнический Университет Каталонии, Барселона, Испания

Росс Г. В., докт. экон. н., докт. техн. н., проф., зам. директора ВНИИ ПВТИ

Салмин С. П., докт. экон. н., проф., кафедра ИСиИМ НКИ, ННГУ им. Н. И. Лобачевского (Нижний Новгород)

Сухомлин В. А., докт. техн. н., проф., зав. лабораторией Открытых информационных технологий, факультет ВМК, МГУ им. М. В. Ломоносова

Халин В. Г., докт. экон. н., проф., зав. кафедрой Информационных систем в экономике, Экономический факультет СПбГУ

Хубаев Г. Н., докт. экон. н., проф., зав. кафедрой Экономической информатики и автоматизации управления РГЭУ (РИНХ, Ростов-на-Дону)

Чистов Д. В., докт. экон. н., проф., зав. кафедрой Информационных технологий, Финансовый университет при Правительстве РФ

Шориков А. Ф., докт. физ.-мат. н., проф., ведущий научный сотрудник Центра экономической безопасности Института экономики Уральского отделения РАН (Екатеринбург)

Штельцер Д., Dr, проф., Департамент информации и управления знаниями, Факультет Экономики, Технологический Университет Ильменау, Тюрингия, Германия

EDITORIAL BOARD

Editor in Chief

A. Emelyanov, Dr of Economics, Professor, National Research University MPEI; Executive board member of NC «National Society for Simulation Modelling», St. Petersburg

Co-Chairs of the Editorial Board

Yu. Rubin, Dr of Economics, Professor, Corresponding Member of the Russian Education Academy, Rector of the Moscow University of Finance and Industry (MFPU) «Synergy», Head of the Theory and Practice of Competition Chair

V. Meshalkin, Dr of Technique, Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences (RAS), Director of the Institute of Logistics and Resource Technology Innovation, D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow

Members of the Editorial Board

N. Ambrosov, Dr of Economics, Professor, Head of the Informatics and Cybernetics Chair, Baikal State University of Economics and Law (Irkutsk)

K. Bagrinovsky, Dr of Economics, Professor, Head of The simulation and economic objects interaction Laboratory, CEMI RAS

Ludmila Bandeviča, Habil. Dr of Economics, Professor, The Faculty of Economics and Management, University of Latvia, Riga, Latvia

M. Bendikov, Dr of Economics, Professor, Head of The Innovation Management and Modeling Chair, MFPU «Synergy»; Leading researcher of the CEMI RAS

V. Bugorsky, PhD in Economics, Professor, The Computers and Programming Chair, St. Petersburg State Economic University

D. Chistov, Dr of Economics, Professor, Head of The IT Chair, Finance University under the Government of Russia

V. Dick, Dr of Economics, Professor, Head of The Information Management and Electronic Commerce Chair, MFPU «Synergy»

S. Digo, PhD in Economics, Professor, Account Manager, Authorized Training Centers and Educational Institutions, «1C» Company, Moscow

M. Dli, Dr of Technique, Professor, Head of The MITE Chair, Deputy Director of the National Research University MPEI Branch in Smolensk

V. Hulin, Dr of Economics, Professor, Head of The Economic Information Systems Department, St. Petersburg State University

G. Khubayev, Dr of Economics, Professor, Head of the EI & AC Chair, Rostov State Economic University (Rostov-on-Don)

S. Korshunov, PhD in Technique, Professor, Bauman Moscow State Technical University, Vice-rector

V. Kozlov, Dr of Technique, Professor, Head of The SA & C Chair, St. Petersburg State Polytechnical University

Carsten Maple, Dr, Professor of Computing, Pro Vice Chancellor for Research & Enterprise, University of Bedfordshire, United Kingdom

Deputy Chief Editors

E. Vlasova, Scientific Edition Department, MFPU «Synergy»

N. Prokimmov, PhD, Associate Professor, The Information Systems Chair, MFPU «Synergy»

Marek Miłosz, PhD, Professor, Lublin University of Technology, The Institute of Computer Science, Vice-director, Lublin, Poland

Yu. Pavlovsky, Dr of Physics & Mathematics, Professor, Corresponding Member of RAS, Head of The Simulation Department, Dorodnitsyn Computing Centre of RAS

A. Potyomkin, Dr of Technique, Professor, Head of The CG & E-Business Chair, Russian State University of Tourism and Service, Moscow region (Cherkizovo town)

Franco Praussello, PhD, Full professor of International Economics, Director of The Economic and Financial Sciences Department, University of Genoa, Italy

Luis Puigjaner, Dr, Profeccor, Universitat Politècnica de Catalunya, The Centre for Process & Environmental Engineering, Director, Barcelona, Spain

Dm. Puzankov, Dr of Technique, Professor, Head of The Computer Engineering Chair, St. Petersburg Electrotechnical University «LETI»

G. Ross, Dr of Economics, Doctor of Technique, Professor, Deputy Director of The All-Russian Institute for Computer Facilities and Informatization

S. Salmin, Dr of Economics, Professor, The IS & IM Chair NNCI, Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod

A. Shorikov, Dr of Physics & Mathematics, Professor, Senior Researcher, Economic Security Center, Institute of Economy RAS (Ekaterinburg)

Dirk Stelzer, Dr, Professor, The Faculty of Economics, Department of Information and Knowledge Management, Ilmenau University of Technology (TU Ilmenau), Germany

V. Sukhomlin, Dr of Technique, Professor, Faculty of Computational Mathematics and Cybernetics, Lomonosov Moscow State University

V. Volkova, Dr of Economics, Professor, The Information Systems in Economics and Management Chair, St. Petersburg State Polytechnical University

IT-бизнес*Моделирование рыночных процессов***Н. А. Сиротина**

Преимущества регрессионных дифференциальных моделей для прогнозирования экономического развития 6

*Автоматизированные системы управления***П. А. Жданчиков**

Информационная система экономико-статистического анализа туристской сферы. 19

IT-менеджмент*Управление эффективностью***Ю. И. Палагин, А. И. Мочалов, А. В. Тимонин**

Математическое моделирование и расчет характеристик трехмодальных транспортно-терминальных сетей. 32

IT в естественных науках*Химические технологии***А. Б. Галаев, О. Б. Бутусов, В. П. Мешалкин, Л. А. Орлова, В. Г. Севастьянов**

Логико-статистический алгоритм идентификации сквозных пор и его применение для анализа структуры наноматериала 42

IT и образование*Подготовка IT-специалистов***О. Б. Назарова, О. Е. Масленникова, Л. З. Давлеткиреева**

Формирование компетенций специалиста в области информационных систем с привлечением вендоров 49

Инструментальные средства*Защита информации***С. В. Чернышук, А. А. Писарчук, В. И. Шестаков**

Структурно-параметрический синтез системы обнаружения киберугроз по результатам мониторинга открытых информационных ресурсов 57

А. Е. Антонов, А. С. Федулов

Идентификация типа файла на основе структурного анализа 68

*Эффективные алгоритмы***М. А. Баранов**

Модификация жадного алгоритма кластеризации. 78

Д. А. Борисоглебский, Е. В. Чепин

Усовершенствованный подход к задаче векторизации контуров на изображениях. 89

3D моделирование*Математический аппарат***А. А. Дерягин**

Формообразование и анимация 3D-объектов на основе тетрагональной регулярной сети 94

Лаборатория*Системы поддержки принятия решений***Д. С. Хабарова**

Обзор программных комплексов многокритериальной оптимизации 102

А. В. Фараонов

Ситуационная модель выбора маршрута доставки 113

История специальности*Программно-аппаратное обеспечение***К 95-летию со дня рождения Б. И. Рамеева**

Пути развития отечественного компьютеростроения 127

Памяти ученого

Игорь Иванович Попов 133

Сведения об авторах. 134

Аннотированный список статей. 136

Правила оформления рукописей. 139

IT business

Market processes modeling

N. Sirotina

The advantages of differential regression models to predict the economic development 6

Automated control systems

P. Zhdanchikov

Information system of economic and statistical analysis of the tourism sector 19

IT management

Performance management

Yu. Palagin, A. Mochalov, A. Timonin

Modeling and calculating parameters of three-modal freight terminal networks 32

IT in natural sciences

Chemical technologies

A. Galaev, O. Butusov, V. Meshalkin, L. Orlova, V. Sevastjanov

Logical-statistical algorithm for the identification of through pores and its application to the analysis of the nonmaterial structure 42

IT and education

Training IT specialists

O. Nazarova, O. Maslennikova, L. Davletkireeva

Forming IT-professional competence with a help of vendors 49

Software engineering

Defense software

S. Chernyshuk, A. Pisarchuk, V. Shestakov

Structural and parametric synthesis of cyber threats detection system based on public information resources monitoring. 57

A. Antonov, A. Fedulov

File type identification based on structural analyses. 68

Algorithmic efficiency

M. Baranov

Modification of the greedy clustering algorithm 78

D. Borisoglebsky, E. Chepin

An advanced approach to the image contours vectorization problem. 89

3D modeling

Mathematical tools

A. Deryagin

Shaping and animating of 3D objects on the basis of tetragonal regular network 94

Laboratory

Decision support systems

D. Khabarova

Software systems for multi-objective optimization 102

A. Faraonov

Situational model for delivery route choice. 113

History of profession

Software and hardware systems

On the 95 anniversary since the birth of B. Rameev

The ways of development of a domestic computers manufacturing. 127

In memory of the scientist

Igor I. Popov. 133

Authors 134

Abstracts. 136

Guidelines for authors 139

*Н. А. Сиротина, аспирант Березниковского филиала
Пермского национального исследовательского политехнического университета*

Преимущества регрессионных дифференциальных моделей для прогнозирования экономического развития

Автором на нескольких примерах показано преимущество рассматриваемого в статье метода по сравнению с линейными многофакторными моделями и трендами. Для реализации предлагаемого подхода разработано специальное программное средство и приведена методика его использования.

Введение

В настоящее время вопросы изучения динамики экономических систем являются весьма актуальными [3, 5]. В современной практике экономического (а также экологического и социального) моделирования часто используются модели динамики вида

$$y(\bar{x}(t), \bar{z}(t), t) = a_0 + \sum_i a_i x_i(t) + \sum_k b_k z_k(t),$$

где $\bar{x}(t) = \{x_1(t), x_2(t), \dots\}$ — вектор факторов, $\bar{z}(t) = \{z_1(t), z_2(t), \dots\}$ — вектор возмущений, $y(\cdot)$ — реакция исследуемого объекта; или

$$y(\bar{x}(t), \bar{z}(t), t) = a_0 + \prod_i a_i x_i(t) + \prod_j b_j z_j(t),$$

либо для функций одного аргумента —

$$y(x(t), z(t), t) = a_0 + \sum_i a_i x(t)^i + \sum_k b_k z(t)^k,$$

либо модели временных рядов в форме $y(t) = \sum_{i=0}^j a_i t^i$. Поиск в Интернете дает не-

сколько докторских авторефератов, в которых используются подобные модели: [4, с. 29], [9, с. 27], [8, с. 10, 16] и т.п. Назначение моделей — обычно прогнозирование свойств объекта в зависимости от принятых в будущем решений $\bar{x}(t)$.

Такие модели можно упрощенно «прочитать», например, так: если вкладывать в предприятия (отрасль) инвестиции по графику $x_1(t)$, то на выходе получим чистый дисконтированный доход (или другой показатель экономической эффективности) $y(x_1(t), z_1(t))$ с учетом спроса на продукцию (возмущающего воздействия) $z_1(t)$. Далее обычно речь идет об идентификации a_i и b_i , об учете обратных связей, выраженных некоторой функцией $F(y)$, а точнее

$$y(\bar{x}(t), \bar{z}(t)) = a_0 + \sum_i a_i x_i(t) + \sum_k b_k z_k(t) - F(y(\bar{x}(t), \bar{z}(t))) \quad (1)$$

и т.п. При этом по умолчанию принимается предположение, что существует прямая связь между факторами и значением реакции, а единственный динамический элемент в модели — чистое запаздывание вида

$$y(\bar{x}(t)) = a_0 + \sum_i a_i x_i(t - \Delta t).$$

Однако подобное предположение не всегда близко к реальности. Например, удобряя поле по определенным правилам, можно получить рост урожая (и дальнейшие экономические или социальные бонусы). То есть из множества наблюдений достоверно известно, что внесенное количество удобрений x_1 *ускоряет* рост урожая в каком-то диапазоне вноса удобрений:

$$\frac{\partial y(x, z, t)}{\partial t} \approx a_0 + a_1 x(t),$$

$$\forall t : 0 < x(t) \leq x_{\max}$$

$a_1 > 0$, а снижение количества осадков в определенных условиях *снижает* скорость роста:

$$\frac{\partial y(x, z(t), t)}{\partial t} \approx a_0 + b_1 z(t), \quad b_1 > 0,$$

$$\forall t : z_{\min} \leq z(t) \leq z_{\max}$$

$$\forall t : z(t) < 0.$$

Для сложных систем, особенно учитывающих естественные процессы в природе и обществе, идентификация коэффициентов связи между $y(t)$ и $x_i(t)$ приводит к порождению моделей [7], адекватно интерполирующих прошлое, но не способных к прогнозу будущего — что, собственно, и требуется от моделей поддержки принятия решений. То же можно сказать об экстраполяции $y(t)$ вперед по данным временных рядов (трендов), особенно с учетом ошибок или ненаблюдаемых внешних возмущений. Кроме того, полиномиальные модели не дают возможности рассчитывать асимптотические приближения критерия, наблюдаемые в реальности.

Попытки реализовать всеобъемлющие модели на основе дифференциальных уравнений в частных производных делались неоднократно, например [1] и [11], однако их сложность, и особенно сложность подготовки адекватных данных для их использования, порождает ряд проблем при практическом применении. Хотелось бы получить столь же *простой* инструмент, как регрессионная многофакторная модель, для которой не возникает серьезной проблемы идентификации, но лишенный вышеперечисленных недостатков.

Возникает вопрос: что же идентифицировать при построении динамической экономико-математической модели: связь между фактором и *реакцией* или связь между фактором и *динамикой изменения* реакции под воздействием этого фактора? В теории

автоматического управления, как известно, фактор (или динамика его изменения) линеаризуется, а затем исследуется его влияние на *динамику* поведения объекта. Подобные подходы к экономико-математическим системам также разработаны очень давно. Например, в [2, с. 99] формулируется модель экологического равновесия

$$\frac{\partial y(x, y, t)}{\partial t} = y - y^2 - x(t) \cdot y,$$

$$0 \leq x(t) < 1 \tag{2a}$$

соответствующая по форме (1), от которой недалеко как до доходности (определяемой здесь квотой вылова $x(t)$), так и до катастроф в развитии популяции, что, собственно, и рассматривается далее в данной работе.

Таким образом, на уровне общенаучных рассуждений получается, что в эколого-экономических моделях лучше использовать в качестве основы дифференциальные, а не алгебраические уравнения динамики системы. Проверим приведенные рассуждения на нескольких примерах.

Теоретический пример

Добавим в (2) возмущающее воздействие — например, сезонное (периодическое) влияние погодных условий на воспроизведение популяции вида $z(t) = \sin(b_2 t)$ и получим

$$\frac{\partial y(x, y, t)}{\partial t} = y - y^2 - x(t) \cdot y - b_1 \sin(b_2 t). \tag{2б}$$

Интегрируя это уравнение, получим зависимость популяции от времени, показанную на рис. 1 сплошной линией. Попробуем спрогнозировать развитие популяции по данным 1–6 годов, проведя регрессионный анализ. Используем для этого все доступные в *MS Excel* модели. Получим уравнения

динамики вида $y(t) = \sum_{j=0}^I a_j t^j$, показанные на рис. 1. Очевидно, что экстраполяция в данном случае получается неудачной.

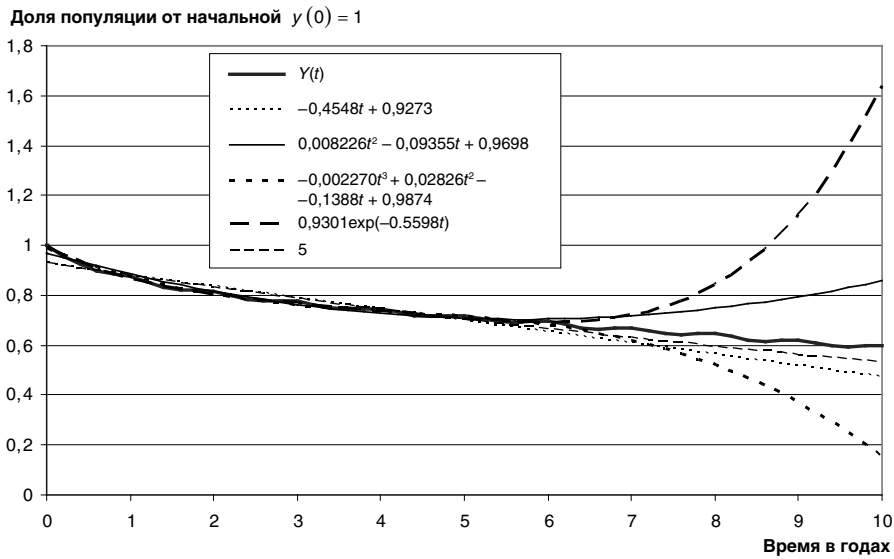


Рис. 1. Неудачные попытки экстраполяции зависимостями вида $y(t) = \sum_{i=0}^m a_i t^i$

Преимущества регрессионных дифференциальных моделей для прогнозирования экономического развития

Будем искать решение задачи в виде $y(t) = a_0 + \sum_{i=1}^m a_i x(t)^i$, полагая $x(t) = 0,2 + 0,025t$ известным (ведь решение о доле вылова, принятое или планируемое ЛПР, и должно быть известным). Для этого произведем поиск решения наименьшего квадратичного отклонения $\bar{a} : \left(y^*(t) - \left(a_0 + \sum_{i=1}^m a_i x(t)^i \right) \right)^2$, где $y^*(t) : t \in \{t_i\}$ — полученные при помощи модели экспериментальные значения, при $m = 1,4$ на интервале времени с 1 по 6 годы. Спрогнозируем развитие ситуации при принятом решении $x(t) = 0,2 + 0,025t$ на период с 7 по 10 годы. Получим, вне зависимости от степени полинома, неудовлетворительные по качеству прогнозы (рис. 2).

Перейдем к моделированию воздействия факторов на динамику объекта. Подберем методом наименьших квадратов коэффициенты уравнений

$$\frac{dy(t)}{dt} = a_0 + \sum_{i=1}^m a_i x(t)^i + \sum_{j=1}^n b_j y(t)^j = a_0 + \sum_{i=1}^m a_i (0,2 + 0,025t)^i + \sum_{j=1}^n b_j y(t)^j \quad (3)$$

для $m = \overline{1,4}$, $n = \overline{1,4}$ и начального условия $y(0) = 1$. Для этого используем:

1. Линейную одномерную интерполяцию для вычисления $x(t) : t \notin \{t_i\}$.
2. Численное решение ОДУ (метод Эйлера с небольшим шагом:

$$y(t + \Delta t) \approx y(t) + \Delta t \cdot \left(a_0 + \sum_{i=1}^m a_i x(t)^i + \sum_{j=1}^n b_j y(t)^j \right), t \leq 10.$$

3. Вычисление суммы квадратов отклонений $S = \sum (y(t_i) - y^*(t_i))^2, t \leq 6$.

4. Оптимизация методом покоординатного спуска с переменным шагом

$$\Delta = \{10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4}, 10^{-5}\},$$

уменьшающимся каждый раз, когда при предыдущем значении шага получен локальный минимум.

В результате путем решения задачи $S \rightarrow \min$ получили коэффициенты a_0, a_i, b_j и набор решений (рис. 3).

Данные решения позволяют сделать достаточно адекватный прогноз развития системы. Важно даже не то, что его погрешность меньше, чем раньше, а именно

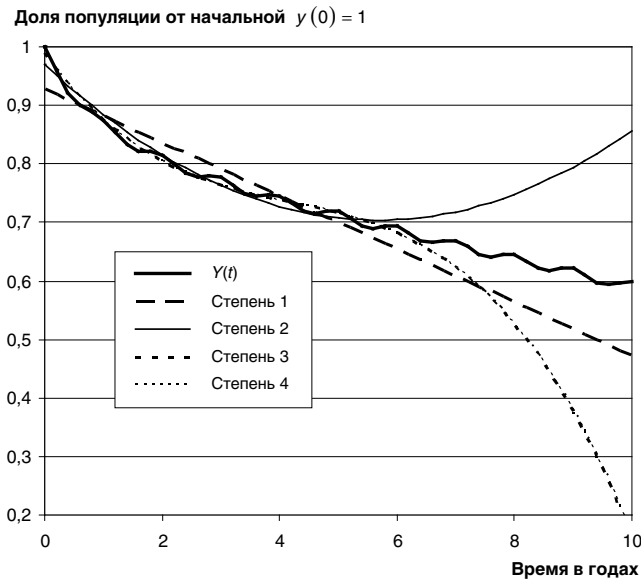


Рис. 2. Неудачные попытки экстраполяции $y(t) = f(x(t))$ различными зависимостями

адекватность: система развивается примерно так, как получено в результате моделирования, тогда как на рис. 1 и 2 многие экстраполяции неадекватны. Кроме того, в последнем случае существует простой и понятный критерий выбора прогноза (S), а в двух предыдущих случаях выбрать порядок интерполирующего полинома, оце-

нивая сумму квадратов отклонений, не удается.

Рассмотрим модель, учитывающую взаимное влияние управления и состояния системы вида $\frac{dy}{dt} = \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n a_{ij} x(t)^i y(t)^j$. Произведя численные эксперименты, получим результаты, представленные в табл. 1.

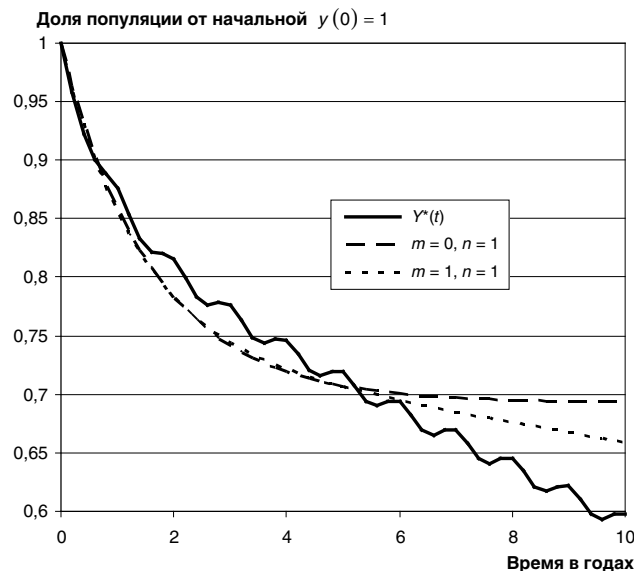


Рис. 3. Результаты экстраполяции на основе решения ОДУ без учета взаимного влияния состояния системы и управления