

Nataliya D. Pankratova (Ed.)

# System Analysis and Information Technologies

15-th International Conference SAIT 2013

Kyiv, Ukraine, May 27-31, 2013

Proceedings



Institute for Applied System Analysis  
of National Technical University of Ukraine  
"Kyiv Polytechnic Institute"

UDC [519.7/.8:(004+007)](100)(06)  
ББК 22.18я43+72я43  
С40

*Volume editor:*

Nataliya D. Pankratova, Dr.Sc., Prof.

*Editorial board:*

Petr I. Bidyuk, Dr.Sc., Prof.

Nataliya D. Pankratova, Dr.Sc., Prof.

Anatoliy I. Petrenko, Dr.Sc., Prof.

Yuriy P. Zaichenko, Dr.Sc., Prof.

Elena L. Oparina

*Revising:*

Gennadii D. Kiselyov, Ph.D.

Mykola A. Murga

Nadezhda I. Nedashkovskaya, Ph.D.

Elena L. Oparina

Lidiya V. Sidolaka

Oleksandr M. Terentiev, Ph.D.

*Design and typesetting:*

Mykhailo P. Makukha

**System analysis and information technologies:** 15-th International conference SAIT 2013, Kyiv, Ukraine, May 27–31, 2013. Proceedings. – ESC “IASA” NTUU “KPI”, 2013. – 516 p.

**С40 Системный анализ и информационные технологии:** материалы 15-й Международной научно-технической конференции SAIT 2013, Киев, 27-31 мая 2013 г. / УНК “ИПСА” НТУУ “КПИ”. – К.: УНК “ИПСА” НТУУ “КПИ”, 2013. – 516 с. – Текст: укр., рус., англ.

**С40 Системний аналіз та інформаційні технології:** матеріали 15-ї Міжнародної науково-технічної конференції SAIT 2013, Київ, 27-31 мая 2013 р. / ННК “ІПСА” НТУУ “КПІ”. – К.: ННК “ІПСА” НТУУ “КПІ”, 2013. – 516 с. – Текст: укр., рос., англ.

This book of abstracts includes issues connected with the research and development of complex systems of various nature in conditions of uncertainty and multifactor risks, Grid and high performance computing in science and education, intelligent systems for decision-making, progressive information technologies for needs of science, industry, economy, and environment. The problems of sustainable development and global threats estimation, forecast and foresight in tasks of planning and strategic decision making are investigated.

В сборнике рассматриваются вопросы, связанные с разработкой и исследованием сложных систем разной природы в условиях неопределенности и многофакторных рисков, Grid и систем высокопроизводительных вычислений в науке и образовании, интеллектуальных систем поддержки принятия решений, прогрессивных информационных технологий для потребностей науки, промышленности, экономики, окружающей среды. Исследуются вопросы устойчивого развития и оценивания глобальных угроз, прогноза и предвидения в задачах планирования и принятия стратегических решений на уровне регионов, больших городов, предприятий.

У збірнику розглядаються питання, що пов'язані з розробкою та дослідженням складних систем різної природи в умовах невизначеності та багатофакторних ризиків, нових інформаційних технологій, Grid і систем високопродуктивних обчислень в науці і освіті, інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень, прогресивних інформаційних технологій для потреб науки, промисловості, економіки та навколишнього середовища. Досліджуються питання сталого розвитку та оцінювання глобальних загроз, прогнозу та передбачення в задачах планування та прийняття стратегічних рішень на рівні регіонів, великих міст, підприємств.

ISBN 978-966-2748-33-8



9 789662 748338

© Institute for Applied System Analysis  
NTUU “KPI”, 2013

ISBN 978-966-2748-32-1 (print)

ISBN 978-966-2748-33-8 (ebook)

<http://sait.kpi.ua>

## Table of contents · Содержание · Зміст

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Plenary talks · Пленарные доклады · Пленарні доповіді</b>  | <b>15</b> |
| <i>Bazylevych R.P., Bazylevych L.V.</i> Large-scale intractable combinatorial problems: Hierarchical clustering and multilevel optimization with macro-models as an efficient approach to obtain high-quality solutions . . . . . | 16        |
| <i>Zgurovsky M.Z., Feinberg E.A., Kasyanov P.O.</i> Optimality conditions for total-cost partially observable Markov Decision Processes . . . . .   | 17        |
| <i>Бейко І.В.</i> Методи комплексної оптимізації математично-комп'ютерних моделей та стратегій керування в умовах неповних даних . . . . .  | 19        |
| <i>Горелова Г.В., Масленникова А.В.</i> Проектирование стратегий развития социально-экономических систем на основе композиции когнитивного моделирования и системной динамики . . . . .   | 20        |
| <i>Любчик Л.М.</i> Подавление возмущений в многомерных системах, квазиинвариантность и обратные задачи динамики . . . . .   | 22        |
| <i>Петренко А.І.</i> Хмарні обчислення в комп'ютеризації проектування . . . . .   | 24        |
| <i>Сирота Е.П., Богушевская Н.В.</i> Структурирование подачи знаний для выпускника направления подготовки «Программная инженерия» . . . . .   | 26        |
| <i>Райгородский А.М.</i> Вероятностные модели веб-графов: их статистические свойства и приложения . . . . .   | 28        |
| <i>Popper R.</i> Key challenges of system analysis and information technologies supporting decision-making processes of research commissioning organisations . . . . .  | 28        |
| <b>Section 1. System analysis of complex systems of various nature</b>  |           |
| <b>Секция 1. Системный анализ сложных систем разной природы</b>   |           |
| <b>Секція 1. Системний аналіз складних систем різної природи</b>  | <b>29</b> |
| <i>Bayas Sampetro M.M.</i> Resource allocation problem in the frame of distributed objects coordination using genetic algorithms . . . . .  | 31        |
| <i>Berbyuk V.E., Demudyuk M.V., Lytwyn B.A.</i> Calculation of dynamical characteristics of human gait with below-knee prosthesis . . . . .   | 32        |
| <i>Khomenko O.V.</i> Dynamics of vortices in near-wall flows with irregular boundaries . . . . .  | 34        |
| <i>Makukha M.P., Oprarina O.L.</i> Text analytics approach to technology foresight . . . . .  | 35        |
| <i>Matsuki Y., Bidiyuk P.I.</i> Theory, algorithm and condition for aggregating economic benefit and health damages of coal fuel . . . . .  | 36        |
| <i>Nazarenko O.I.</i> Dynamic balanced scorecard modelling for sustainable supply chain development using system dynamics approach . . . . .  | 37        |
| <i>Єремеев І.С., Дичко А.О.</i> Моніторинг довкілля і теорія фракталів . . . . .  | 38        |
| <i>Івченко В.А.</i> Державна політика сталого розвитку України . . . . .  | 40        |
| <i>Івїнський А.В.</i> Моделювання епідемічного процесу у закритому стратифікованому середовищі . . . . .  | 42        |
| <i>Агеева И.В.</i> Обнаружение структурных сдвигов в моделях копул . . . . .  | 43        |
| <i>Аркуша А.Д., Артемова Г.О., Гусарова Н.Ф., Добренко Н.В.</i> Оптимизация бизнес-процессов предприятия с использованием метрик связности и сцепления . . . . .  | 44        |
| <i>Бабич Л.В.</i> Аналіз даних з використанням Байєсовських моделей . . . . .   | 46        |
| <i>Бахрушин В.Е.</i> Эмпирические функции распределения в прикладных статистических исследованиях . . . . .   | 47        |

|  |     |
|--|-----|
| <i>Реутов О.А.</i> Різнометрова дискретизація координат у фінансових процесах України . . . . .  | 174 |
| <i>Ризун Н.О., Тараненко Ю.К.</i> Модель идентификации когнитивных процессов тестируемого как переходных характеристик адаптивного ПИД-регулятора . . . . .                      | 176 |
| <i>Родиненко Т.С., Селін О.М.</i> Застосування ієрархічних методів кластерного аналізу в сфері сталого розвитку країн . . . . .  | 178 |
| <i>Савельев О.О.</i> Задачи прогнозирования связей в динамических социальных сетях . . . . .   | 179 |
| <i>Савченко І.О.</i> Стратегія формування сценаріїв на основі груп конфігурацій в модифікованому методі морфологічного аналізу . . . . .   | 181 |
| <i>Савченко А.С., Холявкина Т.В.</i> Анализ асимптотической устойчивости системы управления телекоммуникационной сетью . . . . .   | 182 |
| <i>Савчук О.Б.</i> Порівняльний аналіз методів прогнозування очікуваної тривалості життя . . . . .   | 184 |
| <i>Сватко В.В.</i> Використання моделі ефективного транспортного засобу для визначення коефіцієнтів приведення до легкового автомобіля . . . . .                                 | 185 |
| <i>Севастьянов А.К.</i> Междисциплинарные системно-методологические аспекты непрерывного улучшения качества жизни и устойчивого развития . . . . .                               | 186 |
| <i>Селін Ю.М.</i> Розробка інформаційно-аналітичної системи супроводу процесу нормотворення електронного парламенту з використанням методології передбачення . . . . .           | 188 |
| <i>Снитюк В.Є., Завгородній К.Р.</i> Проблема оптимізації пасажироперевезень в місті . . . . .   | 189 |
| <i>Снігірьова Т.А.</i> Дослідження тіньової складової економіки та її впливів модифікованим монетарним методом . . . . .   | 190 |
| <i>Соловйов В.М., Чабаненко Д.М.</i> Методи кількісної оцінки складності . . . . .   | 192 |
| <i>Стефанішин Д.В.</i> Імовірнісний аналіз надійності і безпеки гідротехнічних споруд (системний підхід) . . . . .   | 194 |
| <i>Стрелец В.Е., Трончук А.А., Угрюмова Е.М.</i> Математические модели и метод решения задачи совершенствования систем с многоэшелонной иерархией . . . . .                      | 195 |
| <i>Тарасова А.В., Скотков А.В.</i> Системный анализ оптимизации распределения материальных потоков в структурно неоднородных средах . . . . .                                    | 197 |
| <i>Терещук І.В.</i> Разработка математической модели процесса бюджетирования . . . . .   | 199 |
| <i>Терпіль Є.О., Макаренко О.С.</i> Моделювання суспільної думки з використанням клітинних автоматів . . . . .   | 200 |
| <i>Тимофієва Н.К.</i> Підкласи розв'язних задач із класів задач штучного інтелекту . . . . .   | 201 |
| <i>Тимошенко Ю.А., Илч Я.И.</i> Современные информационные системы как объект системного анализа . . . . .   | 203 |
| <i>Тимошук О.Л., Шапка А.С.</i> Оценка трудоспособности персонала, как показатель надежности . . . . .   | 204 |
| <i>Трофимчук А.Н., Васянин В.А.</i> Оптимизация структуры многопродуктовых сетей с дискретными мелкопартионными потоками . . . . .   | 205 |
| <i>Федорець О.А., Хнигічева А.М.</i> Моделювання безпеки екологічних систем на основі модифікованого ймовірнісно-алгебраїчного методу . . . . .                                  | 207 |
| <i>Фесюк О.В.</i> Web-орієнтована система для знаходження щодобового погодинного оптимального завантаження енергосистеми . . . . .   | 209 |
| <i>Ходаков В.Е., Соколова Н.А., Крючковский В.В.</i> Мониторинг показателей регионально-производственных социально-экономических систем . . . . .                                | 210 |
| <i>Ходневич Я.В.</i> Про підхід до моделювання динаміки водного потоку при оцінці місцевих деформацій русла . . . . .  | 211 |
| <i>Чапля Є.Я., Чернуха О.Ю., Давидок А.Є.</i> Моделювання потоків домішки у стохастично неоднорідному тілі з бета-розподілом шаруватих включень . . . . .                        | 212 |
| <i>Чередниченко О.Ю.</i> Проблемы измерения качества в социально-экономических системах . . . . .  | 214 |
| <i>Чернуха О.Ю., Гера Б.В., Білуцзяк Ю.І.</i> Двоточковая функция корреляции випадкового поля концентрации в півпросторі з ерлангівським розподілом шаруватих включень . . . . . | 215 |
| <i>Чугай А.М., Злотник М.В., Семкин В.В., Лимаренко И.В.</i> Один из подходов к улучшению функции цели в задачах упаковки . . . . .  | 217 |

Савченко А.С., Холявкина Т.В.

Национальный авиационный университет, Киев, Украина

## Анализ асимптотической устойчивости системы управления телекоммуникационной сетью

В современных телекоммуникационных сетях развитость механизма управления сетью определяет качество предоставляемых услуг. Сложность управления такими сетями заключается в отсутствии полной и достоверной информации о состоянии объекта. Распределенность систем приводит к задержкам доставки служебной информации, которые носят случайный характер. В таких условиях особенно актуальным является вопрос устойчивости системы управления.

Считается [1, 2], что телекоммуникационные сети, как системы с запаздыванием, могут быть адекватно описаны дифференциально-разностными уравнениями с отклоняющимся аргументом:

$$y_{as_i}(n) \approx y_{as_i}(n-1) + b_i y_{as_i}(n-k) + u_i(n-m), n = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

где  $y_{as}(n)$  - функция состояния объекта;  $u(n-m)$  - управляющий сигнал;  $k$  и  $m$  являются задержками сигналов состояния и управления соответственно. В общем случае  $n \neq m$ . Выполнив  $z$ -преобразование для уравнения (1), получим выражение для системной функции:

$$H(z) = \frac{z^{-m}}{1 - z^{-1} - b_i z^{-k}}. \quad (2)$$

Запаздывание в уравнениях (1) может оказывать существенное влияние на устойчивость решения, даже если исходная система без запаздывания устойчива. Система асимптотически устойчива, если выполняется условие  $\lim_{n \rightarrow \infty} y(n) = 0$ , т.е. система сходится, а корни ее характеристического уравнения (2), т.е. полюса системной функции, лежат внутри единичной окружности. Оценка асимптотической устойчивости системы управления проведена по переходной характеристике при различных значениях задержки сигнальной информации  $k$  и коэффициента обратной связи  $b_i$ . На рис. 1, 2 изображены графики переходных характеристик системы с задержкой информационного сигнала на 2 и 6 элементарных интервалов. Коэффициенты  $b_i$  изменялись в пределах от  $-0,12$  до  $-0,9$ .

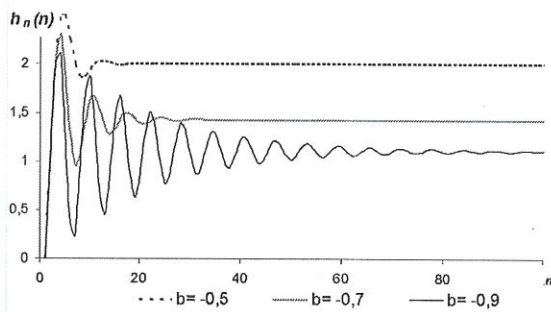


Рис. 1. Переходные характеристики системы с запаздыванием сигнала  $k = 2$  и различными коэффициентами обратной связи

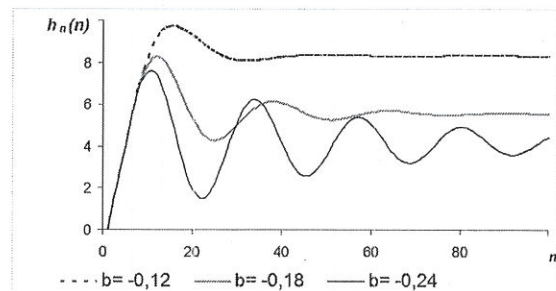


Рис. 2. Переходные характеристики системы с запаздыванием сигнала  $k = 6$  и различными коэффициентами обратной связи

На рис. 3 представлены переходные характеристики системы управления с постоянным коэффициентом обратной связи  $b = -0,1$  и запаздыванием информационного сигнала на 4, 12 и 20 элементарных периодов.

В ходе анализа устойчивости системы корневым методом, были рассчитаны значения коэффициента обратной связи  $b_i$ , при котором система остается на границе устойчивости, т.е. один из полюсов системной функции (2) лежит на единичной окружности ( $z = 1$ ). При этом изменялись значения запаздывания информационного сигнала  $k$ . По результатам расчетов был построен график области устойчивости системы с запаздыванием сигнала при различных

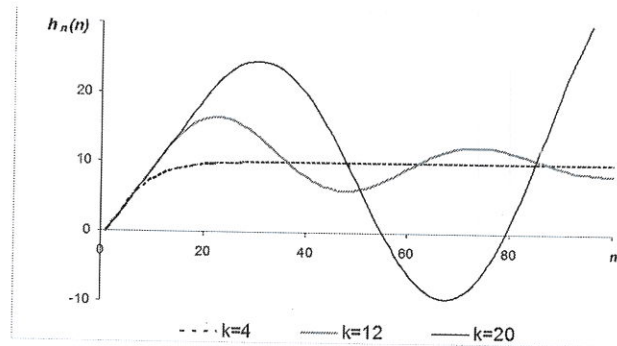


Рис. 3. Переходные характеристики системы с коэффициентом обратной связи  $b = -0,1$  и различным запаздыванием сигнала

коэффициентах обратной связи, представленный на рис. 4.

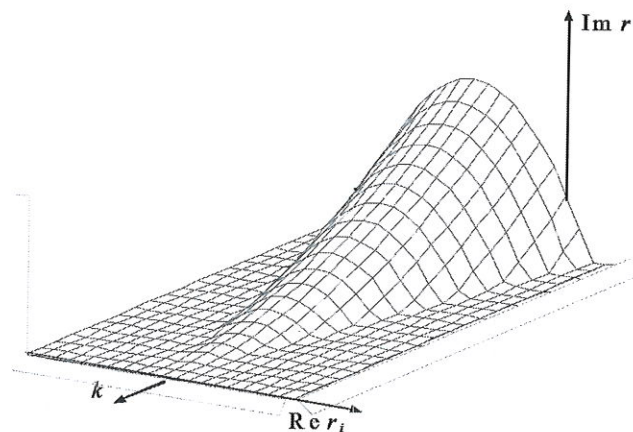


Рис. 4. Область устойчивости системы управления с запаздыванием сигнала

По результатам анализа представленных графиков можно сделать такие выводы об устойчивости системы управления с запаздыванием. При незначительной задержке информационного сигнала ( $k = 2$ ) система остается устойчивой в широком диапазоне значений коэффициента обратной связи до значения  $b_i \leq 0,8$  (рис. 1). При увеличении задержки сигнала устойчивость системы наблюдается только при малых значениях коэффициента обратной связи  $b_i \leq 0,2$  (рис. 2). График на рис. 3 подтверждает обратно-пропорциональную зависимость между величиной задержки сигнала и значением коэффициента обратной связи. При положительных и отрицательных значениях коэффициента  $b_i$  имеют место схожие закономерности изменения переходных характеристик. Судя по графику на рис. 4, устойчивость системы управления, описываемой уравнением (1) при увеличении задержки информационного сигнала сохраняется только при снижении коэффициента обратной связи. Например, в случае задержки сигнала менее чем на 4 элементарных интервала система остается устойчивой в широком диапазоне значений  $b_i$ . Однако, для поддержания устойчивости системы при задержке сигнала более чем на 10 интервалов необходимо соблюдать условие  $|b_i| \ll 0,2$ , т.е. система становится слабо управляемой. Поэтому необходимо контролировать задержки доставки служебной информации и принимать меры для их уменьшения.

**Литература.** 1. Савченко А.С. Концептуальная модель системы управления крупной корпоративной сетью / А.С. Савченко // Проблемы інформатизації та управління: зб. наук. праць. – К.: НАУ, 2011. – Вип. 2(34). – С. 120-128. 2. Эльсгольц Л.Э. Введение в теорию дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом. 2-е изд. / Л.Э. Эльсгольц, С.Б. Норкин. – М.: Глав. ред. физ.-мат. л-ры изд-ва «Наука», 1971. – 296 с.