

**Министерство образования и науки Украины  
Национальная академия наук Украины  
Министерство образования и науки Российской Федерации  
Национальный технический университет Украины "КПИ"  
Донецкий национальный технический университет  
Институт прикладной математики и механики НАН Украины  
Институт прикладного системного анализа  
НИТУ "Московский Институт Стали и Сплавов"**

## **Моделирование, идентификация, синтез систем управления**

## **Modeling, identification and control systems design**

**Сборник тезисов  
Четырнадцатой Международной  
научно-технической конференции  
11 – 18 сентября 2011 г.**

**Москва – Донецк  
2011**

## СОДЕРЖАНИЕ (CONTENTS)

---

### ВОПРОСЫ СИНТЕЗА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

<i>А.М. Ковалев</i> Метод дополнительных функций в задачах частичной устойчивости	15
<i>А.А. Перкин, Е.Л. Перьева, В.Б. Смирнова, А.И. Шепелявый</i> Многопараметрические частотные оценки числа проскальзываний циклов для фазовых систем с дифференцируемыми нелинейностями	16
<i>А.И. Жалило, В.Ф. Щербак</i> Управляемая стабилизация динамических систем	18
<i>С.В. Павликов</i> О стабилизации систем с запаздывающим регулятором	20
<i>Б.Я. Локшин</i> Динамика одиночной градины	22
<i>А.М. Ковалев, В.Н. Неспирный, А.С. Суйков</i> Существование функций со знакопостоянной производной в силу системы	24
<i>А.В. Вершинин, Д.И. Сабитов</i> О численном моделировании трехмерных динамических задач упругости в анизотропных средах	26
<i>А.И. Маликов</i> Робастная устойчивость и стабилизация систем с неопределенными возмущениями и параметрическими изменениями	28
<i>Я.С. Зинкевич, Т.А. Козаченко, Д.Д. Лещенко</i> Движение твердого тела под действием нестационарных возмущающих моментов	31
<i>А.М. Ковалев, В.Ф. Щербак</i> Синтез обратных систем управления в задачах преобразования информации	32

## СОДЕРЖАНИЕ (CONTENTS)

<i>М.Н. Яхимович</i>	180
Контроль информационной загрузки рабочих станций компьютерной сети предприятия	
<b>ДИСКРЕТНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ</b>	
<i>В.А. Твердохлебов, М.И. Филиппова</i>	183
Геометрические образы автоматов и оценка сложности законов функционирования	
<i>Д.Б. Буй, Г.М. Глушко</i>	185
Обмеження реляційного числення для використання лише скінченних таблиць	
<i>И.С. Грунский, С.В. Сапунов</i>	187
Топологические и лингвистические идентификаторы вершин помеченных графов	
<i>А.Н. Курганский</i>	189
Внутреннее и внешнее наблюдение коллектива элементарных автоматов	
<i>А.С. Епифанов</i>	192
Метод оценки сложности законов функционирования дискретных детерминированных автоматов	
<i>И.И. Максименко</i>	194
Финитные представления алгебраических систем	
<i>С.В. Баумгертнер, Б.Ф. Мельников</i>	196
Об одном подходе к «звёздно-высотной» минимизации конечного автомата	
<i>И.С. Грунский А.В. Стёпкин</i>	198
Алгоритм распознавания конечных неориентированных графов коллективом агентов	
<i>О.В. Малеева, А.В. Елизева</i>	200
Автоматно-функциональные модели обратной логистической цепи поставок ресурсов	

## ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ И ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ ИДЕНТИФИКАТОРЫ ВЕРШИН ПОМЕЧЕННЫХ ГРАФОВ

*Институт прикладной математики и механики НАН Украины, Донецк,  
grunsky@iamm.ac.donetsk.ua, sapunov\_sv@iamm.ac.donetsk.ua*

В работе рассматривается задача определения мобильным агентом (МА) своего положения в среде моделируемой графом с помеченными вершинами. Эта задача относится к проблематике взаимодействия управляющей и управляемой систем, являющейся классической для эвристической кибернетики [1, 2]. В настоящее время эта проблема актуальна в связи с задачами навигации автономных мобильных роботов [3].

Полагаем, что агенту априори полностью известен граф  $G$ , агент становится в произвольную начальную вершину этого графа, а целью агента является определение этой вершины. МА может перемещаться по дугам графа от вершины к вершине, находясь в вершине считывать метку и метки смежных с ней вершин, оставлять маркер в текущей вершине, а также обнаруживать и подбирать маркер в случае его нахождения в текущей вершине.

Экспериментом по определению агентом своего положения на графе  $G$  назовем процесс, состоящий из трех этапов: 1) построение множества путей  $P$  по графу  $G$ ; 2) разбиение  $P$  на множества  $P_1$  и  $P_2$ , где  $P_1$  – множество путей, которые агент может пройти по графу  $G$  от начальной вершины,  $P_2$  – множество путей, которые агент пройти не может; 3) определение положения агента на графе по множествам  $P_1$  и  $P_2$ .

Множество путей  $P$  назовем тестом, если его разбиение на  $P_1$  и  $P_2$  позволяет однозначно определить начальную вершину. Тест  $P$  может иметь различные представления, например, множество слов, состоящих из меток путей по графу (лингвистический тест), дерево, граф (топологический тест) и т.д. В зависимости от выбранного представления теста меняется стратегия проведения эксперимента (т.е. особа, которым МА проходит в графе  $G$  множество путей  $P$ ).

В настоящей работе предлагаются алгоритмы построения тестов и проведения экспериментов с графами. Для построения тестов используем введенными в [4] понятиями лингвистического и топологического идентификаторов вершин.

Помеченным орграфом будем называть простой конечный орграф с помеченными вершинами  $G = (V, E, M, \mu)$ , где  $V, E, M$  – конечные множества вершин, дуг и меток вершин соответственно,  $\mu: V \rightarrow M$  – сюръективная функция разметки. Помеченный граф  $G$  назовем детерминированным (ДГ), если в окрестности любой его вершины все вершины помечены различно. Граф  $G$  назовем инициальным и обозначим  $G_g$ , если в нем выделена начальная вершина  $g$ . В дальнейшем рассматриваются только помеченные графы. Последовательность меток вершин  $\mu(g_1)\mu(g_2)\dots\mu(g_k)$ , соответствующую пути  $g_1g_2\dots g_k$  в графе  $G$ , назовем словом, определяемым вершиной  $g_1$ . Языком  $L_g$  назовем множество всех слов, определяемых вершиной  $g$ . Лингвистическим идентификатором (ЛИ) вершины  $g \in V$  назовем конечное множество слов  $W_g \subseteq M^+$  такое, что для любой вершины  $h \in V$  равенство  $W_g \cap L_g = W_g \cap L_h$  выполняется тогда и только тогда, когда  $g = h$ . Через  $S_g$  обозначим подграф графа  $G$ , порожденный всеми вершинами достижимыми из вершины  $g \in V$ . Топологическим идентификатором (ТИ) вершины  $g \in V$  назовем помеченный граф  $D_g$  такой, что для любой вершины  $h \in V$  соответствие  $D_g \cap S_g \cong D_h \cap S_h$  выполняется тогда и только тогда, когда  $g = h$ .

В настоящей работе предложены методы построения ЛИ и ТИ вершин. Показано, что для ДГ соответствующие алгоритмы имеют полиномиальную сложность.

Следующая теорема описывает класс лингвистических тестов, определяемых идентификаторами вершин.

**Теорема 1.** Пусть  $\{W_g \mid g \in V\}$  – произвольное семейство ЛИ, тогда множество слов  $P = \bigcup_{g \in G} W_g$  является лингвистическим тестом для графа  $G$ .

Суммой графов  $G_g$  и  $H_h$ ,  $\mu(g) = \mu(h)$ , будем называть граф  $G_g + H_h$ , определяемый по следующим правилам: отождествить вершины  $g, h$  и детерминизировать полученный граф [5].

**Теорема 2.** Пусть  $\{D_g \mid g \in V\}$  – произвольное множество ТИ, тогда граф  $P = \sum_{g \in V} D_g$  является топологическим тестом для графа  $G$ .

В настоящей работе предложены стратегии проведения экспериментов основанные на использовании лингвистических и логических диагностических тестов. Показано, что для ДГ соответствующие алгоритмы имеют полиномиальную сложность.

Кудрявцев В.Б., Алешин С.В., Подколзин А.С. Введение в теорию автоматов. - М.: Наука, 1985. - 320 с.

Капитонова Ю.В., Легичевский А.А. Математическая теория проектирования вычислительных систем. - М.: Наука, 1988. - 296 с.

Dudek G., Jenkin M. Computational Principles of Mobile Robotics. - Cambridge: Cambridge University Press, 2000. - 280 p.

Сапунов С.В. О топологических идентификаторах операционной среды мобильного агента. // Системный анализ и информационные технологии: Материалы международной научно-технической конференции SAIT 2011, Киев, 23-28 мая 2011 г. – К.: УНК «ИПСА» НТУУ КПИ, 2011. – С. 407.

Грунский И.С., Сапунов С.В. Идентификация вершин помеченных графов // Труды ИПММ НАНУ. – Т. 21. – 2011. – С. 86-97.

519.7

*А.Н. Курганский*

## **ВНУТРЕННЕЕ И ВНЕШНЕЕ НАБЛЮДЕНИЕ КОЛЛЕКТИВА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ АВТОМАТОВ**

*Донецкий институт прикладной математики и механики НАНУ  
Украины, Донецк, topologia@mail.ru*

В работе рассматриваются коллективы автоматов с одним взаимодействием, взаимодействующие между собой в однородной метрической среде, заданной в виде конечного или бесконечного графа. Такие коллективы, в работе они названы телами, представляют собой распределенные системы и рассматриваются как цельные матоподобные системы. Можно провести аналогию между матрируемыми здесь телами и клеточными автоматами, но вопросы, матрируемые в настоящей работе, и их решение делает разницу между телами и клеточными автоматами принципиальной. Прежде о речь идет о том, как мы вводим понятие состояния тела.

В классических примерах автоматов, взаимодействующих со средой, автомат занимает одну вершину среды и в каждый момент времени переходит в одну из соседних вершин среды, при этом вероятность изменения состояния автомата равна одному состоянию в