

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Інститут проблем математичних машин та систем
НАН України

ПЕРША НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
З МІЖНАРОДНОЮ УЧАСТЮ

26-30 червня 2006 р., м. Київ

МАТЕМАТИЧНЕ ТА ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
СИСТЕМ
МОДС '2006

Тези доповідей



Київ 2006

Друкується за рішенням вченої ради Інституту проблем математичних машин та систем НАН України.

Перша науково-практична конференція з міжнародною участю “Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС ’2006”. Тези доповідей. – Київ. – 2006. – 26-30 червня 2006р. –148 с.

У збірник включені тези доповідей, які були представлені на конференції “Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС ’2006”. В доповідях розглянуті наукові та методичні питання з напрямку моделювання складних екологічних, технічних, фізичних, економічних, виробничих, організаційних та інформаційних систем з використанням математичних та імітаційних методів.

Редакційна колегія:

Литвинов В.В., д.т.н., професор, ІПММС – голова

Казимир В.В., к.т.н., доцент, ІПММС

Семенець С.В., ІПММС

ЗМІСТ

СЕКЦИЯ 1 СУЧАСНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОГО ТА ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ В ЕКОЛОГІЇ

А. Бойко ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ МОДЕЛИ «ОСАДКИ – СТОК»	12
С.Л.Кивва МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОРСКИХ ВОЛН НА ДИНАМИКУ СТРАТИФИЦИРОВАННОГО ПОДЗЕМНОГО ПОТОКА НА ПЛЯЖЕ	13
Г.В. Дончиц АРХИТЕКТУРА И ПРОТОТИП МОДЕЛИРУЮЩЕЙ СРЕДЫ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ ЯДЕРНЫХ АВАРИЯХ РОДОС	14
И.В. Ковалец, А.А. Куцан, М.И. Железняк АССИМИЛЯЦИЯ ДАННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ МЕТОДОМ НЬЮТОНОВСКОЙ РЕЛАКСАЦИИ В СИСТЕМЕ МЕТЕОПРОГНОЗА ММ5–УКРАИНА	17
Р.И. Демченко, М.И. Железняк, С.Л. Кивва, П.С. Коломиец ЧИСЛЕННАЯ МОДЕЛЬ ПЕРЕФОРМИРОВАНИЯ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ МОРЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВОЛН И ТЕЧЕНИЙ	18
Ю.С. Тучковенко, О.А. Торгонская ЧИСЛЕННАЯ МОДЕЛЬ ЭВТРОФИКАЦИИ ВОД СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ	22
И.А Бровченко, В.И. Кошебуцкий, Е.В. Терлецкая, В.С. Мадерич ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГРАВИТАЦИОННЫХ	

ТЕЧЕНИЙ ПО СКЛОНУ ВО ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ЖИДКОСТИ	24
А. Примаченко РЕИНЖЕНИРИНГ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ РАДИАЦИОННЫХ АВАРИЙ В СРЕДЕ JAVA	25
В.С. Мадерич, С.К. Коновалов, М.Й. Железняк, М.О.Моргунов, Р.В. Беженар МОДЕЛЮВАННЯ ВИНИКНЕННЯ СІРКОВОДНЕВИХ ПЛЯМ В ДНІПРО-БУЗЬКОМУ ЛИМАНІ	27
В. Тихий ДЕЯКІ ПІДХОДИ ДО КІЛЬКІСНИХ ОЦІНОК СОЦІАЛЬНИХ НАСЛІДКІВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АВАРІЇ	30
С.С. Рыжков, А.А. Апостолова УЛУЧШЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ ПОСРЕДСТВОМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ СИСТЕМ	33
І.В. Тимченко ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ НАФТОВОЇ ПЛЯМИ НА ВОДНІЙ ПОВЕРХНІ	35
Н.Н Дзюба, Г.В. Дончиц, Д.М. Трибушный ПРОГРАММНЫЕ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ В РЕКАХ , ОСНОВАННЫЕ НА ЧИСЛЕННОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ОДНОМЕРНЫХ УРАВНЕНИЙ РЕЧНОЙ ГИДРАВЛИКИ И АДВЕКТИВНО- ДИФфуЗИОННОГО ПЕРЕНОСА ПРИМЕСЕЙ, И ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ РЕЧНЫХ СИСТЕМ	37

СЕКЦИЯ 2
СУЧАСНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОГО ТА
ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ У
ВИРОБНИЦТВІ

Є.Б. Артамонов ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКО-МНОЖИННИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПРОЕКТУВАННЯ	40
В.В. Казимир, В.П. Шемет МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ СТРАТЕГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ РЕГІОНАЛЬНОГО РІВНЯ	42
Г.С. Краліна ЕКСПЕРТНА МОДЕЛЬ СИТУАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ АЕРОПОРТОМ. АЛГОРИТМ ВИРОБЛЕННЯ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ ЕКСПЕРТНОЇ МОДЕЛІ СИТУАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ	43
Ю.В. Кук, Е.И. Лаврикова МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НОВЫХ ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ С НУЖНЫМИ СВОЙСТВАМИ	45
И.И. Горбань, А.А. Кливак МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ НЕСТАБИЛИЗИРОВАННОЙ РЛ СТАНЦИИ В СЛОЖНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ	46
И. Н. Матвеев МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ УСРЕДНЕНИЯ РУД	50
В.Г.Маценко МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ВІКОВОЇ СТРУКТУРИ БІОЛОГІЧНИХ ПОПУЛЯЦІЙ	51
М.В Погорелова МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ АДАПТАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ К ИЗМЕНЕНИЮ В СПРОСЕ НА ПРОДУКЦИЮ	53
А.В. Радченко ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО КЛАССА	

ЗАПРОСА ДАННЫХ СТРУКТУРАМИ В СОСТАВЕ ФИНАНСОВО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ	54
В.В.Рудой ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ НАПІВНАТУРНИХ ВИПРОБУВАНЬ КІЛЬКІСНОГО АНАЛІЗУ ФОРМОВАНИХ ПРОЦЕСІВ ЛАТЕНТНОСТІ	57
В.С. Смородин АГРЕГАТНАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА	59
О.П. Стюпушкіна ЕКСПЕРТНА ДІАГНОСТИКА СКЛАДНИХ ОБ'ЄКТІВ З МНОЖИННИМИ ВІДМОВАМИ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ	65
Ю.И. Толуев ИСЧИСЛЕНИЕ ПРОЦЕССОВ КАК МЕТОД АНАЛИЗА И МОДЕЛИРОВАНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ	67
Т.А. Трохова, М.Л. Шишаков, В.Б. Попов МОДЕЛИРОВАНИЕ АГРЕГАТОВ СЕЛЬХОЗМАШИН В СИСТЕМАХ КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКИ	69
С.В. Шатохин, А.И. Заславский, О.В. Очкур, М.И. Железняк СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ВОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ	71
М.Л. Шишаков, Т.А. Трохова СИМВОЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ	72
К. Э. Яворский АСПЕКТЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТОРГОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	74
А. И. Якимов МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО- ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ	75

И.Кравчук, Д. Трибушный СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДВУХ МЕТОДОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ФИНАНСОВЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ	77
Д.М. Трибушный КОНЦЕПЦИЯ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОРТОГОНАЛЬНОСТИ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ В АНСАМБЛЕВОМ ФИЛЬТРЕ КАЛМАНА	78
А.Н. Гончаров, А.В. Клименко, В.С. Смородин ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ИМИТАЦИОННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ОПАСНОГО ПРОИЗВОДСТВА	80
П.Л. Гируц, И.В. Максимей, Е.И. Сукач, О.И. Еськова ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕРоятНОСТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ РЕГИОНА	81
А.В. Дробнич МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО ОСОБЕННОСТЕЙ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ ВЫТЯНУТЫХ ВДОЛЬ ДИПОЛЬНОЙ ОСИ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МИКРОКРИСТАЛЛОВ СЕМЕЙСТВА $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$.	83
И.В. Максимей, В.Н. Галушко, В.С. Могила, П.Л.Чечет ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ АНАЛИЗА ДИНАМИКИ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПассаЖИРОВ НА ГОРОДСКОМ ТРАНСПОРТЕ	84
В.Н. Томашевский ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС- ПРОЦЕССОВ: ПРИНЦИПЫ И СРЕДСТВА	85
И. Ф. Фельдшер КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КВАЗИРЕЗОНАНСНОГО ИНВЕРТОРНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ДЛЯ ДУГОВОЙ НАГРУЗКИ	87
А.В. Хоминич ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ ВАКУУМНОЙ	

СЕКЦИЯ 3
СУЧАСНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОГО ТА
ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ В
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

В.М. Білюга, О.С. Макаренко МОДЕЛЮВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ З БАГАТОЗНАЧНОСТЯМИ	91
И.Б. Гавсиевич ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	92
Ю.П. Зайченко, Хаммуди Мухаммед Али-Аззам ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРАФИКОМ В СЕТЯХ С ТЕХНОЛОГИЕЙ MPLS/ATM НА ОСНОВЕ ПРОГНОЗИРУЮЩЕЙ МОДЕЛИ	95
Ю.П. Зайченко, Ашраф Абдель-Карим Хилал Абу-Аин ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ С ТЕХНОЛОГИЕЙ MPLS ПРИ ОГРАНИЧЕНИЯХ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ	96
С.А. Катеринич МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАДАЧИ АДАПТАЦИИ БАЙЕСОВСКИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ К НОВЫМ ДАНЫМ	97
Г.С. Теслер АДАПТИВНО-ПОРОЖДАЮЩИЕ АППРОКСИМАЦИИ ФУНКЦИЙ	99
В.И. Марущак ИТЕРАТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ АДАПТИВНОЙ КОРРЕКЦИИ РЕЖИМОВ ПЕРЕДАЧИ МУЛЬТИМЕДИЙНОГО ТРАФИКА	103

Ю.О. Момотюк ТЕХНОЛОГІЇ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ З ВІДКРИТИМ КОДОМ ЯК ПЛАТФОРМА ДЛЯ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ГЕТЕРОГЕННИХ РОЗПОДІЛЕНИХ КЛАСТЕРНИХ СИСТЕМ	104
А.Е. Литвиненко, А.В. Шевченко, А.А. Чербунин ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И АЛГОРИТМИЗАЦИИ В СИСТЕМАХ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОННЫХ ТЕКСТОВ	107
Д.В. Новицкий АССОЦИАТИВНАЯ ПАМЯТЬ В ЗАДАЧАХ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИЙ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СОЦИАЛЬНОГО РОБОТА	108
С.В. Семенец СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ СОЗДАНИЯ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ	110
І.В. Стеценко, О.В. Бойко СИСТЕМА ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЗАСОБАМИ СІТОК ПЕТРИ	111
V. Tukur, O. Drobnych, Y. Plakosh IMPLEMENTATION OF INTERPRETER OBJECT ORIENTED DESIGN PATTERN ON BASIS OF XML LANGUAGE	114
Л.М. Бадьоріна МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ДОВІЛЬНИХ ВІДПОВІДЕЙ У КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ ТЕСТУВАННЯ ЗНАНЬ	115
Е.П. Ильина ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕ-ФАКТОРОВ В КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ЭКСПЕРТНЫХ ЗНАНИЙ	117
Н.И. Калита МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ПОВЕДЕНИЕМ ИНДИВИДУУМОВ В УСЛОВИЯХ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ	118
А.А. Галинская, М.Э. Куссуль ГРАФЫ МОДУЛЬНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	121

В.Д. Левчук ПРОГРАММНЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ДИСКРЕТНЫХ СИСТЕМ	123
И.В. Максимей, С.Ф. Маслович, В.И. Селицкий, Д.Н. Езерский МОДЕЛЬ ДЛЯ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В ЛВС	124
Ю.Є. Мартинович ПОБУДОВА МОДЕЛІ РОЗПОДІЛУ ПОТОКІВ В МЕРЕЖАХ З УРАХУВАННЯМ РЕПУТАЦІЇ ВУЗЛІВ	125
С.В. Ткаченко МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ С ПОКАЗАТЕЛЕМ ОПРЕДЕЛЕННОСТИ	126
Биляк В.И. ВВЕДЕНИЕ МОДЕЛЕЙ КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА В СИСТЕМУ ОПИСАНИЙ И СПЕЦИФИКАЦИЙ ТРЕБОВАНИЙ К АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВАМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СЕТЕЙ	129
В. Е. Русецкий МОДЕЛИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА РЕКОНФИГУРАЦИИ ТОПОЛОГИИ МОБИЛЬНЫХ СЕТЕЙ	130
I. Kusch Rewriting Strategies in APS	130
А.Н Витвицкий СИСТЕМА МОДЕЛЕЙ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СЕТЕЙ	132
В.В. Гусев, Т.Н. Галаган, Н.М. Яценко ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РАСПРЕДЕЛЕННОГО ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ NEDIS_D	139
И.В. Максимей, Ю.В. Макаревич Ю.В., В.Г. Родченко МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ КЛАССИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ СИСТЕМНОЙ ПРИРОДЫ	144

СЕКЦІЯ 1
СУЧАСНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОГО ТА
ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ В
ЕКОЛОГІЇ

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ МОДЕЛИ «ОСАДКИ – СТОК»

А. Бойко

Институт проблем математических машин и систем НАН Украины

Формирование стока и паводка на речном водосборе – сложное природное явление, обусловленное большим количеством факторов, оценка и измерение которых чрезвычайно затруднены из-за пространственной и временной изменчивости. Математическое моделирование процессов речного стока может быть разделено на две разновидности: а) модели с сосредоточенными параметрами; б) модели с распределенными параметрами. Модели с сосредоточенными параметрами в общем виде представляют собой комбинацию обыкновенных дифференциальных уравнений и не учитывают пространственную изменчивость процессов, входа, граничных условий и геометрических характеристик системы (водосбора). В последние годы для прогнозирования паводков стали использоваться именно распределенные модели, которые явно учитывают пространственную изменчивость процессов, входа модели, граничных условий и характеристик (параметров) системы (водосбора).

Модель TOPKAPI (TOPographic Kinematic AProximation and Integration) физически обоснованная, распределенная модель «осадки - сток» базируется на уравнениях «кинематической волны», которые базируются на основных законах механики – законах сохранения массы и момента. Модель была разработана в Болонском Университете Италия, профессором Тодини в 1996 году.

Общая форма уравнений «кинематической волны», используемых в модели (в трех представленных модулях) можно записать в виде:

$$\begin{cases} \frac{\partial h}{\partial t} = p - \frac{\partial q}{\partial x} \\ q = ch^\alpha \end{cases}$$

где x – вектор потока вдоль горизонтали ячейки, t – время, h – уровень воды, p – скорость поперечного притока, q – вытекшее количество воды из ячейки, c и α - подобранные параметры ячейки.

В качестве входных данных модель использует топографические данные о водосборе. Используя ГИС-технологии топография местности представляется в виде Digital Elevation Map (DEM), или, другими словами, водосбор покрывается совокупностью квадратных ячеек. Каждая ячейка представляет собой вычислительный узел модели и имеет свой набор

физических характеристик, такие как удельная проводимость почвы, начальное насыщение почвы влагой, высота ячейки относительно абсолютного уровня. Настоящая модель ТОРКАРИ-ИПММС есть реализацией методологии модели ТОРКАРИ и включает в себя следующие модули: модуль движения воды в почве, модуль движения воды по поверхности (склоны), модуль движения воды по сети водосбора (каналы рек). ТОРКАРИ-ИПММС была применена для моделирования осеннего паводка 1998 года для водосборов Симер и Нелипино (бассейны рек Уж и Латорица, Закарпатье) и показала хорошее соответствие модельного расчета стока и реальных гидрологических наблюдений.

В данной работе модель ТОРКАРИ-ИПММС была применена для оценки исторического и катастрофически возможного паводочного стока водосбора села Квасово, Закарпатская область с целью анализа эффективности водоохранного дренажного канала, построенного вокруг села, а также для оценки необходимых мощностей водонасосных установок запланированных в рамках противопаводочной программы для Закарпатской области.

УДК 532.546

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОРСКИХ ВОЛН НА ДИНАМИКУ СТРАТИФИЦИРОВАННОГО ПОДЗЕМНОГО ПОТОКА НА ПЛЯЖЕ

С.Л.Кивва

Институт проблем математических машин и систем НАН Украины

Во многих важных практических приложениях плотность фильтрующейся жидкости зависит от концентрации растворенных в ней веществ. К таким приложениям относятся утечки соляных растворов из подземных хранилищ промышленных отходов, миграция солей на орошаемых сельскохозяйственных угодьях, возможность захоронения радиоактивных отходов в соляных геологических формациях, интрузия морских вод в пресноводные горизонты и т.п. В последнее время внимание к такого рода проблемам усилилось в связи с моделированием процессов переформирования береговой линии моря.

Для данных задач процесс переноса растворенных веществ существенно влияет на движение жидкости в пористой среде и описывается системой связанных нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных. Предполагается, что движение жидкости переменной плотности в насыщенно-ненасыщенной пористой среде подчиняется закону Дарси. А перенос растворенных веществ подчиняется закону Фика и описывается конвективно-диффузионным

уравнением для весовых фракций компонент растворенных веществ. Движение поверхностных вод описывается уравнениями мелкой воды с учетом ее плотности. В общем случае эти системы уравнений не разрешимы в аналитическом виде и для их решения применяют численные методы. Следует заметить, что и численное решение задач движения жидкости переменной плотности связано с рядом трудностей.

Исходная система нелинейных дифференциальных уравнений аппроксимировалась системой нелинейных неявных конечно-разностных схем. Данные схемы обеспечивают неотрицательность глубин для поверхностных вод и изменение весовых фракций компонент растворенных веществ в заданном диапазоне. Полученная система нелинейных конечно-разностных уравнений решалась методом Ньютона.

В работе представлены результаты сравнения численных решений, полученных с помощью построенных разностных схем, с известными аналитическими и численными решениями. При этом отдельно тестировались алгоритмы, предназначенные для моделирования движения влаги переменной плотности в подземной среде, и алгоритмы для моделирования движения поверхностных вод. Результаты сравнения показали хорошее совпадение численных решений с уже известными решениями.

Разработанный пакет программ использовался для моделирования совместного движения поверхностных и подземных вод в прибрежной зоне моря. Полученные численные результаты применялись для оценки скорости размыва береговой линии моря.

УДК 004.4

АРХИТЕКТУРА И ПРОТОТИП МОДЕЛИРУЮЩЕЙ СРЕДЫ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ ЯДЕРНЫХ АВАРИЯХ РОДОС

Г.В. Донциц

Институт проблем математических машин и систем НАН Украины

Архитектура системы поддержки принятия решений при ядерных авариях РОДОС была создана более десяти лет назад и основана на активном использовании клиент-сервер технологий для обмена между её базовыми компонентами с помощью специально созданной библиотеки обмена сообщениями. В существующей системе, основными компонентами являются подсистемы управления (OSY), анализа данных (ASY), контрмер (CSY) и оценки результатов (ESY).

Активное развитие методологий программирования и средств создания программных систем в последнее десятилетие выдвигают новые

требования к таким системам, как РОДОС, эти требования проявляются как со стороны пользователей, так и необходимости её поддержки в будущем. Основным требованием есть использование современных технологий целью которых есть увеличение её функциональности и уменьшение стоимости разработки и поддержки.

Архитектура системы не ставит ограничений в выборе конкретного языка программирования или выборе платформы для её реализации, а также в конкретной технологии для реализации компонент системы.

В качестве основного момента в архитектуре системы выступает использование автоматически погружаемых модулей (*plugins*), что позволяет расширять систему новыми функциями без изменения других её компонент. Все компоненты системы выполнены как *plugin*-модули. Использование объектно-ориентированной платформы (Java или .NET) также позволяет значительно упростить реализацию новых компонент. Таким образом при реализации новой компоненты необходимо только выполнить основные требования, в зависимости от её функционального предназначения (графический интерфейс, расчетный модуль, управляющий модуль, и т.д.).

На рис. 1 представлены главные компоненты системы выполненные в виде одного или более *plugin*-модуля.

Главная часть системы, описывающая предметную область, состоит из компонент описания данных моделей, интеграции внешних моделей, а также ядра системы, обеспечивающего поток данных и сообщений между другими компонентами. Для хранения всех данных моделей используется блок хранения и доступа к данным, который может быть выполнен как с использованием одной базы данных, так и в более сложных конфигурациях, обеспечивающих дублирование и распределение данных между несколькими физическими узлами, в зависимости от требований.

Для представления данных моделей в системе была разработана библиотека классов.

Ключевым понятием в библиотеке является *DataItem*, представляющий любой элемент данных в системе. Набор данных одной или нескольких расчетных задач представляется в виде иерархической структуры, с помощью которой появляется возможность задавать данные любых моделей. Одним из удобных методов хранения данной структуры является XML, который можно выбрать в качестве основного формата обмена данными между распределёнными компонентами системы.

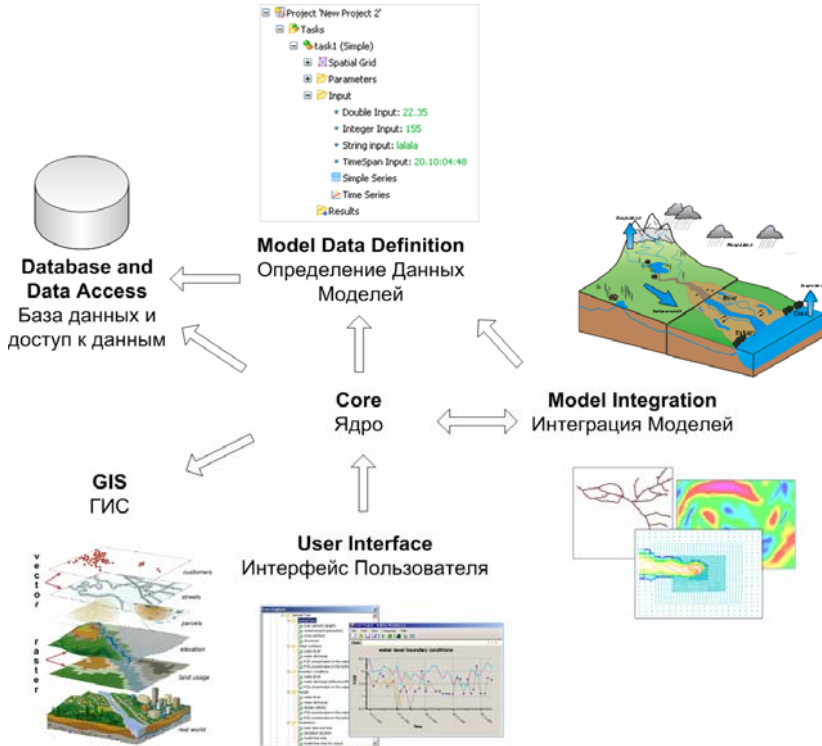


Рис 1. Основные компоненты системы

Для представления расчётных сеток моделей был создан класс *Element*, который используется для задания данных, пространственно-зависимых данных. Этот класс является базовым связывающим звеном при реализации ГИС подсистемы.

Для интеграции внешней модели в систему необходимо реализовать адаптер модели, который реализовывает определенный интерфейс системы - *IModel*, а также представляет данные модели использованием новой библиотеки классов.

Нужно подчеркнуть, что при интеграции любой из моделей система не ставит ограничение на тип расчетной сети или на компоненты графического интерфейса, используемые для представления результатов, в результате появляется возможность создавать различные конфигурации, зависимости от необходимой функциональности.

В качестве платформы для реализации тестового прототипа системы была выбрана платформа .NET и язык программирования C#

(для реализации может быть выбран любой другой объектно-ориентированный язык). Представленная архитектура будет использована для создания новой версии Европейской системы поддержки принятия решений при ядерных авариях РОДОС. Архитектура системы позволяет повторное использование многих существующих стандартов и библиотек для реализации её компонент.

УДК 004.9:504:519.6

**АССИМИЛЯЦИЯ ДАННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ МЕТОДОМ
НЬЮТОНОВСКОЙ РЕЛАКСАЦИИ В СИСТЕМЕ
МЕТЕОПРОГНОЗА ММ5-УКРАИНА**

И.В. Ковалец, А.А. Кушан, М.И. Железняк

Институт проблем математических машин и систем НАН Украины

В 2000-2002 гг. в ИПММС НАНУ в инициативном порядке доведена до стадии экспериментальной оперативной эксплуатации численная прогностическая модель, разработанная на основе адаптации американской региональной модели ММ5, и разработан соответствующий программный комплекс (далее ММ5-Украина). Систему ММ5-Украина можно использовать для широкого спектра теоретических и оперативных исследований. Результаты ежедневных прогнозов системы ММ5-УКРАИНА (карты погоды и прогнозы основных метеоэлементов по областным центрам Украины) представлены в оперативном режиме на сайте МЕТЕОПРОГ в Интернете (www.meteorprog.com.ua). Система ММ5-УКРАИНА применялась, в том числе, для решения задач прогнозирования паводков, радиоактивных загрязнений и других.

Начальные и граничные условия для модели ММ5-УКРАИНА готовятся на основании данных немецкой национальной службы погоды Deutscher Wetterdienst (DWD), которые доступны Украинскому гидрометцентру по соглашению с Всемирной метеорологической организацией (ВМО). Данные местных метеостанций, присутствующих на территории Украины могут использоваться как для уточнения начальных условий, так и в процессе прогноза с помощью алгоритмов ассимиляции данных (АД). В системе ММ5-УКРАИНА используется метод основанный на комбинации метода Крессмановской интерполяции (КИ) и метода Ньютоновской релаксации. Первоначально на сетке ММ5, с помощью КИ рассчитывается поле (называемое полем объективного анализа) основных метеорологических элементов (скорость и направление ветра, температура, влажность) с учетом данных измерений и данных расчета внешней метеомодели. В процессе решения уравнений метеомодели в правой части уравнений, описывающих перенос

горизонтальных компонент ветра, температуры и влажности прибавляются релаксационные члены, которые стремятся приблизить результат расчета к данным измерений.

Тестирование алгоритма ассимиляции было проведено на примере расчета метеопрогноза на 4 суток с ассимиляцией и без ассимиляции с датой начала 0 ч. GMT, 30 марта 2005г. Для проведения ассимиляции данных обрабатывались бюллетени с записями метеорологических измерений около 200 наземных метеорологических станций на территории Украины и нескольких радиозондов. Основные параметры, входящие в уравнения (1), (2) задавались равными значениям, предложенным в других работах. На основании измерений были вычислены среднеквадратические и систематические погрешности расчетов приземной температуры за весь период. Среднеквадратичная и систематическая погрешности приземной температуры без ассимиляции за весь период расчетов были следующие $gmst=3.58$ °K, $biast=-2.5$ °K. В результате ассимиляции эти значения уменьшились до: $gmst=1.4$ °K, $biast=-0.17$ °K. Сравнение графиков временной зависимости температуры, проведенное в нескольких точках подтверждает вывод о том, что ассимиляция данных существенным образом влияет на качество прогноза. Предложенный метод ассимиляции может быть рекомендован для оперативного использования в системе ММ5-УКРАИНА.

ЧИСЛЕННАЯ МОДЕЛЬ ПЕРЕФОРМИРОВАНИЯ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ МОРЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВОЛН И ТЕЧЕНИЙ

Р.И. Демченко, М.И. Железняк, С.Л. Кивва, П.С. Коломиец

Институт проблем математических машин и систем НАН Украины

Разработан программный комплекс COASTOX- SHORE для моделирования процессов взаимодействия волн и течений, а также переформирования дна как в лабораторных, так и в натуральных условиях. Структурно программный комплекс COASTOX состоит из четырех блоков: (1) модели расчета волновых напряжений HWAVE; (2) модели расчета поля течений COASTOX-CUR; (3) расчета транспорта седиментов COASTOX – SED; и расчета изменения рельефа дна COASTOX-MORPH.

Модель HWAVE является численной реализацией математической модели трансформации волн на течениях с точностью до членов порядка $O(\alpha^2)$ ($\alpha = a/L_0$, a – амплитуда, $L_0 = g/\omega^2$ – характерная длина волны) и асимптотического разложения [4] по параметру $\varepsilon < 1$ ($\delta = \varepsilon/\mu$, $\mu = d/L_0$, ε – средний уклон дна на

расстоянии d) и гиперболической аппроксимации модифицированного уравнения «пологих склонов», представленного в [1]:

$$\frac{D^2}{Dt^2} \tilde{\varphi} + \frac{D}{Dt} \gamma_d \tilde{\varphi} - \nabla \cdot (b \nabla \tilde{\varphi}) + (\sigma^2 - k^2 b) \tilde{\varphi} = 0, \quad (1)$$

где $\frac{D}{Dt} = \frac{\partial}{\partial t} + \mathbf{U}^r \cdot \nabla$, $\nabla = \frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}$.

Здесь h - глубина, $c, c_g, k, \sigma, \omega$ - волновые параметры, $b = c \cdot c_g$, γ_d - коэффициент диссипации волновой энергии, $\mathbf{U} = \mathbf{U}(x, y)$, причем $\nabla U_{1h}, \nabla U_{2h} \ll c/L_0$ [6]. Применяя метод разделения потоков к уравнению (1) ($\gamma_d \nabla \cdot \mathbf{U} \leq O(\varepsilon^2)$), приходим к системе уравнений первого порядка, которая является гиперболической аппроксимацией (1) с точностью до членов порядка $O(\varepsilon^2)$ [1]:

$$\frac{\partial \underline{Q}}{\partial t} = [b \nabla \tilde{\varphi} - \mathbf{U}^p (\mathbf{U}^p \cdot \nabla \tilde{\varphi}) - \mathbf{U}^p \gamma_d \tilde{\varphi}] \frac{\omega}{g}, \quad (2)$$

$$\frac{\partial \tilde{\varphi}}{\partial t} = r \left[\frac{g}{\omega} \nabla \underline{Q} - 2 \mathbf{U}^p \cdot \nabla \tilde{\varphi} - \gamma_d \tilde{\varphi} \right], \quad (3)$$

где $\underline{Q} = \{Q^{(x)}, Q^{(y)}\}$, $r = \frac{\omega^2}{k^2 b - \sigma^2 + \omega^2}$,

Возвышение свободной поверхности запишется в виде:

$$\tilde{\eta} = \frac{\omega}{g} \left[-\tilde{\varphi} + \frac{1}{\omega^2} (U_1 \frac{\partial^2 \tilde{\varphi}}{\partial x \partial t} + U_2 \frac{\partial^2 \tilde{\varphi}}{\partial y \partial t} + \gamma_d \frac{\partial \tilde{\varphi}}{\partial t}) \right]. \quad (4)$$

В настоящей работе в численных экспериментах критерием обрушения волны является условие $H_w \geq 0.78 h$, где H_w - высота волны. NWAVE-модуль представляет собой явную схему 4-го порядка по пространству и 2-го порядка по времени на прямоугольной неравномерной сетке с расщеплением по направлениям [1].

Без учета турбулентной составляющей, и, оставляя члены порядка $O(\varepsilon^2)$, компоненты радиационного напряжения могут быть записаны в следующем виде [1]:

$$S_{11} = \rho \cdot \overline{\tilde{\varphi}_x^2} \frac{1}{g} cc_g + [-\rho \overline{\tilde{\varphi}^2} \frac{\sigma^2}{g} (1 - \frac{c_g}{c})] + \frac{1}{2} \rho g \overline{(\tilde{\eta}^2)} +$$

$$+ \frac{\partial}{\partial x} R_{xz} + \frac{\partial}{\partial y} R_{yz}, \frac{1}{2} \rho g \overline{\tilde{\eta}^2} = \frac{1}{2} E, \quad (5)$$

$$S_{12} = \rho \overline{\tilde{\varphi}_x \tilde{\varphi}_y} \frac{1}{g} cc_g. \quad (6)$$

В формулах (5) - (6) черта сверху означает осреднение по периоду волны, и функция $\tilde{\varphi}$ является решением уравнения «пологих склонов» (1). В случае возмущения жидкости, вызванного чисто периодическим движением поверхностных волн, слагаемые R_{xz}, R_{yz} обращаются в нуль и компоненты тензора радиационного напряжения (5), (6) совпадают с соответствующими компонентами, приведенными в [6].

Численная реализация поля осредненных по глубине течений U_j в прибрежной зоне была проведена с помощью CUR – модуля [2] конечно разностной аппроксимации основанной на схеме с коррекцией потоков (FCT) уравнений движения жидкости

$$\frac{\partial(hU_j)}{\partial t} + \frac{\partial(U_k hU_j)}{\partial x_k} + gh \frac{\partial \eta}{\partial x_k} =$$

$$= \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial x_k} (T_{kj} - S_{kj}) + \frac{1}{\rho} (\tau_j^w - \tau_j^b), \quad (7)$$

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial(hU_k)}{\partial x_k} = 0, \quad k = 1, 2; j = 1, 2, \tau_j^w = \rho_w c_w W \left| \vec{W} \right|, \tau_j^b = \rho c_f U_j \left| \vec{U} + \vec{U}_w \right|.$$

Для тензора радиационных напряжений была использована разная форма записи согласно [6], [5] и формулам (5), (6).

Т.к. вдольбереговые течения, вызванные ветровыми волнами, играют основную роль в природном переносе несвязных наносов, рассмотрим также закон сохранения масс для взвешенных частиц песка [2]:

$$\frac{\partial(hS)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_k} (U_k hS) = \frac{\partial}{\partial x_k} (hD_k \frac{\partial S}{\partial x_k}) - q_s + q_b, \quad (8)$$

$$q_s = \max \left\{ 0, w_0 (S - S^*) \right\}, \quad q_b = \max \left\{ 0, E_r w_0 (S^* - S) \right\}$$

где S - концентрация взвешенных наносов, D_i - коэффициент горизонтальной дисперсии, S^* - равновесная концентрация взвешенных

наносов; w_0 - скорость осаждения взвешенных частиц; E_r - коэффициент эрозии, τ_d, τ_e - критические касательные напряжения для осаждения и взмучивания соответственно, τ - донное касательное напряжение, M - экспериментально определяемая константа. Численная аппроксимация уравнения (8) представлена SED – модулем кода COASTOX [2]. Переформирование дна описывается уравнением

$$\rho_b(1-\phi)\frac{\partial\eta}{\partial t} = q_s - q_b, \quad (9)$$

где ϕ - пористость грунта; ρ_b - плотность скелета грунта; q_s и q_b - скорости осаждения и взмучивания соответственно.

Интенсивность заносимости и размыва могут быть определены с помощью подмодели MORPH кода COASTOX, основанной на уравнениях баланса масс потоков наносов, вычисленных подмодулем SED.

Тестирование подмоделей комплекса COASTOX показало неплохое соответствие с известными лабораторными данными Виссера, Гарли и Сакаи. Кроме того, было проведено численное моделирование трансформации волн на течениях и переформирования берегов в прибрежной зоне рукава Быстрый дельты Дуная, расчетные результаты которого согласуются с измерениями физического моделирования [3].

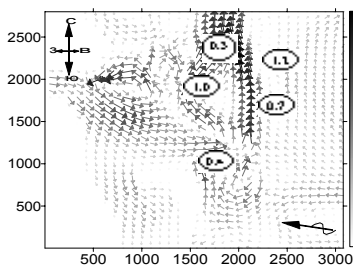


Рис. 1.

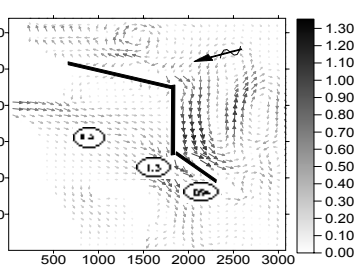


Рис.2.

На рис.1 показано возникающее вдольбереговое течение в прибрежной зоне с проектируемым глубоководным судоходным каналом (ГСХ) для случая ЮВ-направления ветра (высота волны $H_w = 3.02m$, период $T=5.38c$). При этом русловой поток тормозится и запирается вдольбереговым течением (индуцированным течение вдоль бара, обусловленное радиационным напряжением). На рис.2 показано изменение поля течения при наличии дамбы.

При моделировании влияния гидротехнических сооружений, таких как ГСК или дамбы определенного профиля, на переформирование

поля течений показана возможность принятия оптимального решения по снижению интенсивности заносимости с учетом экологических потребностей сохранения береговых экосистем.

Литература

1. Р.И. Демченко, М.И. Железняк, П.С. Коломиец, В.В. Хомицкий, «Гидродинамика прибрежной зоны Черного моря в устье рукава Быстрый р. Дунай: Ч. 1, Ч.2. », Прикладная гидромеханика, 2006, в печати.

2. С.Л. Кивва, М.И. Железняк, «Двумерное моделирование дождевого стока и транспорта наносов на малых водозборах», Прикладная гидромеханика, 4(76) вып. 1 стр. 67-89, 2002.

3. «Рекомендации по минимизации заносимости экспериментально-эксплуатационной прорези глубоководного судового хода на баре Новостамбульского гирла Килийской дельты р. Дунай» Отчет ИГМ НАНУ. - 2004.

4. J.C. Berkhoff, "Computation of Combined Refraction-Diffraction", Proc. 13th Coastal Eng. Conf., Vancouver, ASCE. - New York, 1, Chap 24, pp. 471-490, 1972.

5. G.J. Copeland, "Practical radiation stress calculations connected with equations of wave propagation", J. of Coastal Engineering, 9, pp. - 195-219, 1985.

6. M.S Longuet-Higgins, R.W. Stewart, "The changes in amplitude of short gravity waves on steady non-uniform currents", J. Fluid Mech., 10, N3, pp. 520-540, 1961.

УДК 551.468.4:574.4

ЧИСЛЕННАЯ МОДЕЛЬ ЭВТРОФИКАЦИИ ВОД СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Ю.С. Тучковенко, О.А. Торгонская

Одесский государственный экологический университет

На основе термогидродинамической модели МЕССА (Model for Estuarine and Coastal Circulation Assessment; Hess, 1989) разработана трехмерная имитационная модель эвтрофикации вод северо-западной части Черного моря (СЗЧМ). Эта шельфовая морская акватория имеет следующие характерные особенности: наличие эстуарных областей четырех крупнейших черноморских рек – Дуная, Днестра, Южного Буга и Днестра; обилие мелководных заливов и лиманов, сообщающихся с открытым морем через узкие проливы; развитие в весенне-летний период

обостренного сезонного пикноклина, обусловленного прогревом поверхностных вод и распреснением их под влиянием речного стока; доминирование ветровой составляющей в формировании циркуляции вод на большей части акватории.

Характерная особенность термогидродинамической модели – возможность ее использования для расчетов динамики вод и распространения примеси в морских акваториях, отдельные участки которых имеют меньший (подсеточный) размер в одном из горизонтальных направлений, чем шаг расчетной сетки (например, проливы, каналы, устья рек). Численная реализация уравнений модели выполнена в криволинейной по вертикали системе координат, с использованием неявных конечно-разностных схем. Модель содержит блоки расчета потока тепла через поверхность моря (на основе метеорологических данных), усвоения гидрометеорологической информации на границах расчетной области и позволяет воспроизводить пространственно-временную изменчивость уровня моря, термохалинной структуры вод, трехмерного поля течений и интенсивности турбулентного обмена на временных отрезках от нескольких суток до годового цикла в акваториях морского шельфа со сложными морфологическими и гидрологическими характеристиками. Модель дополнена блоком переноса неконсервативной примеси, позволяющим описывать одновременное распространение в трехмерном пространстве до 15 неконсервативных элементов, обладающих различными свойствами.

Химико-биологический блок модели представляет собой систему взаимообусловленных дифференциальных уравнений, которые описывают биогеохимические циклы биогенных элементов, продукцию и деструкцию органического вещества, динамику кислорода в локальной точке водной среды. Переменными блока являются: фитопланктон, фосфор фосфатов, азот аммония, нитратов, растворенный органический фосфор и азот, взвешенный органический фосфор и азот, детритная и растворенная части биохимического потребления кислорода, которое рассматривается как кислородный эквивалент косного органического вещества, растворенный кислород. Рассчитывается также показатель БПК₅. Калибровка параметров химико-биологического блока модели выполнялась на основе данных двенадцатилетнего экологического мониторинга Одесского района северо-западной части Черного моря, проводимого Одесским филиалом Института биологии южных морей.

Численные эксперименты с моделью продемонстрировали ее работоспособность и адекватность в описании химико-биологических процессов в северо-западной части Черного моря.

С помощью модели были выполнены оценки относительных вкладов в эвтрофикацию вод акватории Одесского региона СЗЧМ береговых антропогенных источников и речного стока Днепра и Южного Буга.

УДК 551.465

ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГРАВИТАЦИОННЫХ ТЕЧЕНИЙ ПО СКЛОНУ ВО ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ЖИДКОСТИ

И.А. Бровченко, В.И. Кошебуцкий, Е.В. Терлецкая, В.С. Мадерич

Институт проблем математических машин и систем НАН Украины

Стекание более плотной воды по материковому склону является основной составляющей в процессе водного обмена между зоной шельфа и открытым океаном. Более плотная вода собирается на шельфе, двигается к краю шельфа и течет вдоль склона, формируя гравитационное течение. Этот процесс представляется важным в формировании дна океана и глубинных течений, также подобные процессы имеют место на подводных вершинах. В работе проводится моделирование лабораторных экспериментов о стекании по склону более плотной воды, вытекающей из вершины вращающегося кругового конуса [5] с помощью новой трехмерной модели стратифицированных течений со свободной поверхностью с использованием разных систем координат, а так же негидростатической и гидростатической версий модели.

Уравнения модели состоят из трехмерных, осредненных по Рейнольдсу уравнений гидродинамики в приближении турбулентной вязкости, уравнений переноса тепла и соли и уравнения состояния. Для определения напряжений Рейнольдса используется трехмерное обобщение $q^2 - q^2 l$ модели турбулентности [3,4]. Согласно подходу, изложенному в [2], давление p расщепляется на две гидростатическую и негидростатическую составляющие, при этом нахождение негидростатической компоненты давления сводится к решению уравнения Пуассона. Численный алгоритм решения уравнений модели подробно изложен в [2] и объединяет в себе наиболее эффективные компоненты гидростатических моделей, что позволяет рассматривать модель как обобщение уже существующих гидростатических моделей. Модель может использовать криволинейную ортогональную систему координат, а также либо σ , либо обобщенную z - систему координат по вертикали [1].

Приведено сравнение работы различных модификаций модели с результатами лабораторных экспериментов. Результаты моделирования экспериментальных гравитационных течений [5] при использовании негидростатической версии модели и вертикальной z -системы координат

показали неплохое соответствие экспериментам. Показано, что вследствие больших уклонов дна использование σ - системы координат приводит к фиктивному перемешиванию, из-за которого замедляется распространение соленого фронта. Гидростатическая версия модели не способна описать структуру течений вблизи вытока, однако она может быть использована для вычисления положения фронта более плотной воды.

Литература

1. Ezer T., Mellor G.L. A generalized coordinate ocean model and a comparison of the bottom boundary layer dynamics in terrain-following and in z-level grids // Ocean Modelling, 2004. –Vol.6. – P. 379 – 403.
2. Kanarska, Y., Maderich, V. “A non-hydrostatic numerical model for calculating free-surface stratified flows” // Ocean Dynamics, 2003. – Vol. 53, P. 176-185.
3. Mellor G.L. An equation of state for numerical models of ocean and estuaries // J. Atmos. Ocean, 1991. –Vol. 8. – P. 609-611.
4. Mellor, G., Yamada, T. Development of a turbulence closure model for geophysical fluid problems. “Reviews of Geophysics and Space Physics”, 1982. –Vol. 20, P. 851-875.
5. Shapiro G.I. Zatsepin A.G. Gravity current down a steeply inclined slope in rotating fluid. – Annales Geophysicae 1997. - Vol. 15. – P. 366-374.

УДК 004.9

РЕИНЖЕНИРИНГ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ РАДИАЦИОННЫХ АВАРИЙ В СРЕДЕ JAVA

А. Примаченко

Институт проблем математических машин и систем НАН Украины

С начала 1990 годов в рамках Европейских научных программ разрабатывался и внедрялся программный комплекс для поддержки принятия решений (аварийного реагирования) в случаях ядерных аварий на территории Европы (система RODOS – Real time Online Decision support System).

В 2005 году было принято решение о реинжиниринге этой системе. Программа не удовлетворяла пользователей по целому ряду причин – сложность в поддержке и эксплуатации, устаревшая серверная платформа, недостаток базовой функциональности и вместе с тем

сложность и тяжеловесность, непереносимость на другие операционные системы (поддерживалась только серверная ОС HP-UX).

Было принято решение интегрировать существующие расчетные модели в новую версию мультиплатформенную версию системы, в то время как остальные компоненты (визуализация, базы данных, геоинформационная система) подвергнутся полной замене.

Доклад представляет результаты разработки прототипа новой мультиплатформенной версии системы в среде Java. Переработанный программный комплекс RODOS создается на объектно-ориентированные технологии (Java language 1.5), современной базе данных (PostgreSQL 8), с применением объектно-реляционных отображений (Hibernate ORM) и компонент визуализации с открытым кодом (Jfreechart и др.).

Программный комплекс обладает функциональными компонентами, которые логически можно выделить в группы:

- геоинформационный модуль;
- графический интерфейс пользователя;
- интегрированные модели расчета переноса радиактивных загрязнений;
- кластер базы данных;
- ядро системы.

Геоинформационный модуль не разрабатывается «с нуля», вместо этого используется библиотека с открытым исходным кодом, использующая открытые ГИС стандарты.

Расчетные модели, включаемые в систему, могут иметь значительное число параметров настройки. Задача создания визуальных интерфейсов для ввода значений (и проверки на допустимость) в этом случае довольно обширна. Для ее упрощения предлагается применять автоматическую генерацию визуальных интерфейсов исходя из описаний данных модели (model data definition), получаемых, в свою очередь как результат работы программного инструмента с визуальным интерфейсом для декларирования данных. Таким образом, задачу интегрирования моделей можно частично переложить на разработчиков моделей.

Кластер базы данных содержит в себе базы данных, логически разделенных на:

- базу данных реального времени (хронологическую, temporal database);
- базу данных фиксированных значений;
- базу данных результатов расчетов.

База данных реального времени получает прогноз погоды от национального провайдера в режиме реального времени, а также данные

от счетчиков вокруг возможных мест ядерной аварии – атомных электростанций.

База данных фиксированных значений поставляется вместе с установкой системы и может быть «донастроена» при установке системы в центре ядерного реактора.

В базу данных результатов попадают данные расчетов моделей, которые могут затем быть востребованы, например, для создания отчетов.

УДК 556.114.7

МОДЕЛЮВАННЯ ВИНИКНЕННЯ СІРКОВОДНЕВИХ ПЛЯМ В ДНІПРО-БУЗЬКОМУ ЛИМАНІ

В.С. Мадерич ⁽¹⁾, С.К. Коновалов ⁽²⁾, М.Й. Железняк ⁽¹⁾,
М.О.Моргунов ⁽¹⁾, Р.В. Беженар ⁽¹⁾

⁽¹⁾ – *Інститут проблем математичних машин і систем НАН України*

⁽²⁾ – *Морський гідрофізичний інститут НАН України*

Дослідження якості води в анаеробних морських та річкових екосистемах вимагає ретельного дослідження процесів, пов'язаних з синтезом сірководню. До таких систем слід віднести Чорне море, ділянки Аравійського та Балтійського морів, берегові райони Європи, Північної і Південної Америки, Азії, Африки, а також Фіорди Норвегії, впадину Кариако (Аравійське море), десятки річок, озер та лиманів.

Для багатьох водних організмів сірководень шкідливий навіть при дуже низьких концентраціях. Його наявність у водоймищі може стати причиною масової загибелі живих організмів. Лише прямі економічні збитки, спричинені наявністю сірководню, складають близько 500 мільйонів доларів на рік для Чорного моря (Black Sea INCOM Science Plan, 2000), 2.8 мільярдів доларів на рік для Мексиканської затоки та 4.8 мільярдів доларів на рік для Атлантичного побережжя Нової Англії (Panetta, L.E., 2003: America's living Oceans: Charting a course for sea change. A report for the Nation: Recommendations for a new ocean policy, 166pp.) З огляду на це виникає потреба в дослідженні процесу синтезу сірководню та його математичному моделюванні.

Характерним прикладом української прісноводної анаеробної екосистеми є Дніпро-Бузький лиман. Основним фактором виникнення в лимані сірководневих зон є різке зниження концентрації розчиненого кисню, нітритів, нітратів та фосфатів влітку в нижньому шарі води та наявність великої кількості органічної матерії. Також на підґрунті результатів досліджень процесу синтезу сірководню легко дійти висновку

про суттєву залежність цього процесу від стратифікації Дніпро-Бузького лиману та від водообміну з Чорним морем у нижньому шарі лиману.

Дослідження якості води в Дніпро-Бузькому лимані було проведено з використанням трьохвимірної гідродинамічної моделі THREEOX [1], в якій за основу підмоделі якості води було прийнято модель WASP5 [2]. Серед досліджень якості води, проведених з використанням цієї моделі, слід відзначити роботу [3]. Виникнення сірководневих зон було змодельовано на базі ретельного вивчення хімічних процесів, що мають місце в Чорному морі [3,4]. Дана модель, з урахуванням внесених змін, розраховує перенос та реакції трансформацій дев'ятьох хімічних речовин, які можна об'єднати в чотири взаємодіючі системи: фітопланктон, фосфорний цикл, азотний цикл, баланс розчиненого кисню та сірководню.

Нижче наведено результати розрахунків якості води в Дніпро-Бузькому лимані для сценарію 2004 року. На рис. 1 зображено розподіл концентрації (г/л) сірководню біля дна станом на 29 липня 2004 року. Рис. 2 демонструє розбіжність результатів вимірювань з результатами моделювання для розчиненого кисню.

Одержані результати свідчать про непогане кількісний та якісний збіг цих результатів з результатами вимірювань. Також слід відмітити можливість і необхідність подальшого удосконалення моделі якості води.

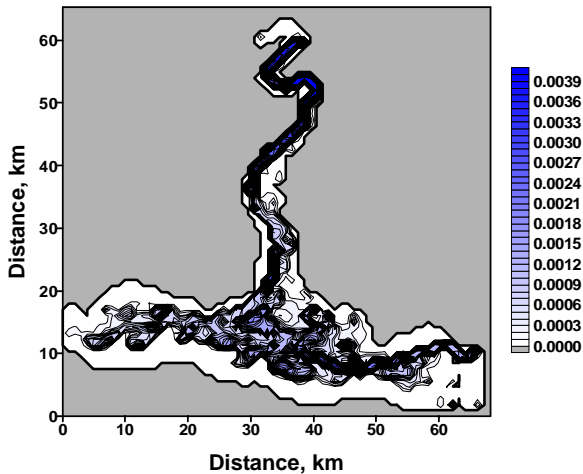


Рис. 1. Концентрація сірководню біля дна станом на 29 липня 2004 року

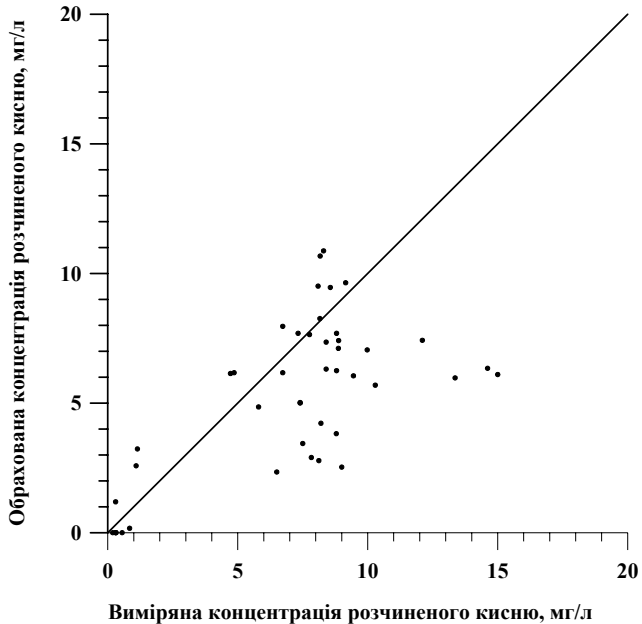


Рис. 2. Графік кореляції для концентрації розчиненого кисню

Література

1. Margvelashvili N., Maderich V., Zheleznyak M. THREEETOX – computer code to simulate three-dimensional dispersion of radionuclides in homogeneous and stratified water bodies // *Radiation Protection Dosimetry*. – 1997. – 73 – P. 177 - 180.
2. Ambrose, R. B., T. A. Wool, and J. L. Martin, 1993: The water quality analysis simulation program, WASP5. U. S. Environmental Protection Agency, Environmental Research Laboratory, Athens, GA, 1994. 210 pp.
3. Кошебуцкий В. И. Трехмерное численное моделирование качества воды в Каховском водохранилище и Днепро-Бугском эстуарии. Матеріали I міжнародної науково-практичної конференції „Відкриті еволюційуючі системи”, Київ, 2002.
4. Kononov S. K., Ivanov L. I., Samodurov A. S. Oxygen, nitrogen and sulfide fluxes in the Black Sea. *Mediterranean Marine Science*, 2000. – P. 41 – 59.

5. Konovalov S. K., Murray J. W. Variations in the chemistry of the black Sea on a time scale of decades (1960 - 1995). Journal of Marine System – 31 – P. 217 – 243.

УДК 316.4.063

ДЕЯКІ ПІДХОДИ ДО КІЛЬКІСНИХ ОЦІНОК СОЦІАЛЬНИХ НАСЛІДКІВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АВАРІЇ

В. Тихий

Інститут проблем математичних машин і систем НАН України

Економічна самодостатність, оптимальне здоров'я, пристойне помешкання, доступ до освіти і відпочинку, щасливі відносини з рідними і друзями - це фундаментальні потреби, які є основою соціального благополуччя. Уряди і ті, хто визначають політику, впливають у найбільшій мірі на соціальні умови життя, особливо у системах на зразок "розвинутого соціалізму", яка домінувала в Україні під час та довгий час після Чорнобильської аварії. Соціальні наслідки (в цій роботі ми не торкаємося питань здоров'я) прийнятих після аварії рішень торкнулися практично кожного українця, а для деяких груп населення вони ще більш значні:

- понад 300,000 учасників ліквідації наслідків аварії живуть в Україні (з них понад 90,000 - інваліди, які втратили здоров'я внаслідок роботи по ліквідації аварії);
- вже до початку 1992 року було переселено більш ніж 105,000 чоловік, з яких понад 60,000 було евакуйовано до середини травня 1986 року, самостійно переселилися з радіоактивно забруднених територій більш ніж 60,000 чоловік; всі ці люди втратили помешкання і майно, звичне оточення, роботу, перспективи;
- більше двох мільйонів продовжують жити на радіоактивно забруднених територіях, з дуже непевними економічними та соціальними перспективами.

Зараз важко досліджувати систему прийняття рішень, яка діяла в перші роки після аварії, але можна звернутися до матеріалів, які висвітлюють наукові і інформаційні дані, які, очевидно, лягли в основу рішень, і в яких аналізуються їх наслідки. Надзвичайно інформативними в цьому плані є колективна монографія НАНУ за редакцією В.Бар'яхтара, збірник документів КДБ, а також матеріали, які були розміщені на веб-сторінці МНС України.

Протягом тривалого часу основні рішення, спрямовані на подолання соціальних наслідків катастрофи (евакуація та розміщення евакуйованого

населення, компенсації за втрату майна, будівництво і розподіл житла, мобілізація трудових і матеріальних ресурсів для ліквідації наслідків катастрофи і т.д.) приймалися Політбюро КПРС та спеціальною комісією уряду СРСР з практично необмеженими повноваженнями. Позірна легкість мобілізації ресурсів - скажімо, направлення в 30-км зону військових контингентів для дезактиваційних, будівельних та інших робіт - часто вела до їх неефективного використання. За пізнішими оцінками, понад 120,000 людей були задіяні в дезактиваційних роботах в зонах суворого радіаційного контролю, більш ніж 1.5 млрд карбованців витрачено, а радіаційне забруднення було знижено лише на 10-15 % (див.¹, стор. 351-358).

Найбільш суперечливим, соціально і економічно важким було питання відселення з забруднених територій, а також питання будівництва житла та соціальної інфраструктури для евакуйованих та відселених. Наприклад, селище Поліське не попало в першочергові списки "на відселення", і до 1990 року там були вкладені величезні кошти в дезактивацію землі, заміну покриття вулиць, дахів, огорож, газифікацію, будівництво багатопверхових будинків, лікарні і т.п. Ці заходи не дали результатів, і селище було повністю виселене до кінця 1996 року. Десять років населення жило в стані постійного стресу, що безумовно відбилося і на стані здоров'я, і на соціальному самопочутті.

Будівництво житла для евакуйованих і відселених в обов'язковому порядку велося в таких масштабах, які були під силу (і то недовго) лише централізованій економіці СРСР. За два роки, до серпня 1988 року, лише головній підрядній організації "Укргробуд" було виділено близько 750 млн карбованців, будівництво міста Славутич фінансувалося окремо і коштувало понад 490 мільйонів. Але при цьому лише кілька відсотків фінансування було надано безпосередньо переселенцям, основним замовником і розподільвачем житла були державні органи. Це призвело не лише до низької якості і численних зловживань, але й майже повністю усунуло самих постраждалих від участі в прийнятті рішень, що пізніше сформувало соціальну пасивність. Частина житла була заселена людьми, які не мали жодного відношення до Чорнобиля. Крім того, список побудованого (28,692 будинків і квартир; школи на 48, 847 місць, дитячі садки, поліклініки і лікарні) не містить аналогічного списку заводів, фабрик та інших виробництв, на яких переселенці могли б працювати - отже, вони стали небажаними конкурентами на і без того обмежених локальних ринках праці.

Суперечливим рішенням був запуск в роботу третього блоку ЧАЕС. Багато провідних фахівців доводили недоцільність цього рішення саме через необхідність залучення великої кількості майбутніх "ліквідаторів".

Лише в квітні 1990 р. Верховна Рада СРСР прийняла резолюцію, яка стала законодавчою основою для подолання наслідків катастрофи. Закон України "Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи" був прийнятий у лютому 1991 року, тобто майже через п'ять років після Чорнобильської аварії. Поправки в цей Закон вносилися 31 раз - перша 19.12.92 і остання 09.02.2006, а загальна кількість нормативних актів, які регулюють чорнобильські питання, перевищує 800. Це, безсумнівно, є свідченням як складності чорнобильських проблем, так і недосконалої систем прийняття рішень та аналізу їх наслідків. Наприклад, оцінку економічних втрат внаслідок Чорнобиля в Україні розпочали в 1991 році (в Білоруській РСР між 1986 і 1992 рр. було підготовлено шість національних оцінок).

Необґрунтовані рішення приймалися і в Україні. Так, Постановою РМУ від 23.07.91 було визначено 86 населених пунктів обов'язкового відселення і 800 - "гарантованого добровільного відселення". Очевидно, державний бюджет не витримав такого навантаження, і в січні 1993 року кількість населених пунктів "гарантованого відселення" була зменшена до 49. Кільком категоріям постраждалих вищезгаданим Законом "Про статус і соціальний захист..." було надано право на безплатне оздоровлення (путівки розподілялися державними органами), але через недостатнє фінансування вже в 1991 році система забезпечила лише кожного другого (усього 442,000 дорослих і дітей), а в 1995 році - кожного восьмого (усього 450,000) з тих, хто мав таке право.

"Чорнобильський бюджет" від початку незалежності був "бюджетом проїдання". У 1992 році на "переселення, житлове будівництво і поліпшення житлових умов" було виділено 276 млн дол., на соціальний захист і комплексне медичне обслуговування - 204 млн, на екологічне оздоровлення територій - 0. У 2000 році видатки на такі ж статті склали 13.7, 296.5 і 0.04 млн дол. відповідно. У 2000 році "чорнобильська частка" (виділені кошти) складала 4.6 % держбюджету, а потреби Чорнобильського фонду відповідно до законодавства склали 17 % бюджету! За даними МНС, державний бюджет у 1996-2001 роках фінансував чорнобильські потреби на 49.2 - 23.2 %. Не випадково Прем'єр-Міністр Єхануров заявив 25 лютого 2006 р., що "майбутньому складу Парламенту доведеться відмінити законів на загальну суму 60-70 млрд. гривень". У бюджеті на 2005 рік доля соціальних "чорнобильських" виплат (через Мінпраці та

МНС) складає 1.4 % (державний бюджет по видаткам затверджено в сумі 117,394 млн гривень).

УДК 504.064

УЛУЧШЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ ПОСРЕДСТВОМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ СИСТЕМ

С. С. Рыжков, А. А. Апостолова

*Национальный университет кораблестроения им. Адм. Макарова,
Украина*

Газотурбинный двигатель - тепловой двигатель, в котором газ сжимается и нагревается, а затем энергия сжатого и нагретого газа преобразуется в механическую работу на валу газовой турбины.

При работе газотурбинной установки в атмосферу выбрасываются выпускные газы двигателей, загрязняющие атмосферу продуктами горения жидких и газообразных (углеводородных) топлив. Концентрации некоторых веществ, входящих в состав выпускных газов, нуждаются в экологическом нормировании. К таким компонентам относятся: углекислый газ CO₂, оксиды азота NO_x, водяные пары H₂O, окислы серы SO₂ и SO₃.

На территории Украины действуют международные экологические нормы, принятые на VI международной конференции MARPOL 73/78. Большинство используемых газоперекачивающих установок в процессе эксплуатации выбрасывают в атмосферу газы, в которых концентрация углекислого газа и оксида азота превышает данные требования в несколько раз.

Уменьшение количества данных компонентов можно решить путем подачи воды в камеру сгорания. В этом случае зона горения теряет дополнительное тепло на испарение жидкости и достигается уменьшение концентрации NO_x и CO₂ на 20—30%. Данный метод позволяет уменьшать количество выбрасываемых веществ на уже использующихся в производстве газотурбинных двигателях, при незначительной технической доработке последних.

Для обеспечения экологической чистоты выхлопа газотурбинной установки при работе на природном газе, возможно применить метод снижения концентрации оксидов азота в уходящих газах газовой турбины – путем подачи распыленной подогретой обессоленной воды в камеру сгорания газовой турбины.

Содержание оксидов азота в отработавших газах ГТУ не должно превышать 50 мг/м³ при работе с нагрузкой от 0,5 до 1,0 номинальной

(при пересчёте на NO₂). При этом качество подаваемой на экологический впрыск воды должно соответствовать ГОСТ6709-72 - «Вода дистиллированная», а класс чистоты воды не выше 7-го - «Чистота промышленная» ГОСТ 17216-2001.

Кроме того, качество воды должно соответствовать следующим требованиям:

- жёсткость общая, мкг-экв/л, - не более 3,0;
- содержание фосфатов, мг/л, - не более 1,0;
- содержание нефтепродуктов, суммарно, - отсутствует;
- содержание натрия+калия, суммарно, мг/л, не более – 1,0;
- содержания соединений кремния, мкг/л, не более – 25,0;
- концентрация растворённого кислорода, мкг/л, - не нормируется.

При этом система экологического впрыска в процессе эксплуатации в течение межремонтного периода ГТУ не должна приводить к снижению фактической мощности и к.п.д. ГТУ на величины более установленных в техническом описании.

Для введения в эксплуатацию данного метода, необходимо разработать систему автоматического управления САУ. Которая представляет собой программно-технический комплекс, создаваемый с учетом современных требований в области электронных систем и систем автоматики имеющих высокий технический уровень, который удовлетворяет всем требованиям по созданию распределенных автоматизированных систем, обладающих высокой точностью, быстродействием и надежностью функционирования.

При введении в эксплуатацию системы, пуск и останов должен быть автоматизированными.

Система контроля и автоматического управления экологическим впрыском должна быть интегрирована в САУ ГТУ и должна обеспечивать:

- автоматическую проверку готовности к включению;
- нормальное и аварийное выключение;
- автоматическое регулирование подачи обессоленной воды с целью снижения выбросов NO_x до заданной величины.
- контроль параметров воды: температура и давление перед фильтром, давление за фильтром, перепад давления на фильтре, на форсунке, расход обессоленной воды;
- предупредительную и аварийную сигнализацию;
- выдачу в АСУТП ГТУ-ТЭЦ предупредительных и аварийных событий;
- должна принадлежать САУ агрегатной.

Так же система экологического впрыска должна включать в себя стопорный клапан, обеспечивающий полное прекращение подачи обессоленной воды по команде САУ ГТУ.

При соблюдении всех норм проектирования, работа системы экологического впрыска не должна ухудшать показатели функциональной и технической эффективности, надёжности, эргономические показатели, показатели технологичности, показатели транспортабельности и качественные характеристики двигателя.

Введение в эксплуатацию такой системы позволит значительно снизить уровень оксидов азота и углерода, выбрасываемых в атмосферу при работе газотурбинной установки, а так же обеспечить дальнейшую эксплуатацию морально устаревших двигателей, путем приведения их рабочих процессов и характеристик к установленным экологическим нормам и стандартам.

УДК 681.5: 504.064

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ НАФТОВОЇ ПЛЯМИ НА ВОДНІЙ ПОВЕРХНІ

І.В. Тимченко

*Национальный университет кораблестроения им Адм. Макарова,
Украина*

Нафта та нафтопродукти є одними з найнебезпечніших забруднювачів, об'єми яких значно перевищують здатність водного середовища до самоочищення. В акваторіях портів, де фонові концентрації нафти більші за гранично допустимі значення, актуальною проблемою є підвищення якості контролю за рівнем нафтових забруднень, зокрема при виникненні аварійної ситуації. Сучасні підходи до організації ліквідації аварійних ситуацій з розливами нафти мають низку недоліків, головними з яких є низький рівень оперативності прийняття та реалізації оптимальних рішень і значний вплив „людського фактору”.

Розроблено систему підтримки прийняття рішень (СППР) для підвищення рівня автоматизації процесів ліквідації розливів нафти, яка включає імітаційне моделювання динаміки нафтового поля, систему експертних оцінок та дозволить підвищити ефективність збору нафти.

Важливою складовою даної СППР є імітаційне моделювання розповсюдження нафтової плями на водній поверхні, яка враховує вплив зовнішніх збурень морського середовища і процеси масообміну нафти з водою та дозволяє в реальному часі отримувати координати та радіус нафтової плями. В якості початкових умов для моделювання використовуються дані дистанційного моніторингу, зокрема

айрофотознімки забруднених ділянок морської поверхні, та статистичні данні про інтенсивність зовнішніх збурень.

За різницевою схемою було отримано рекурентну форму математичної моделі[1]:

$$C_{ij}^{t+\Delta t} = C_{ij}^t \left(1 + A_l \Delta t \left(\frac{k^2 + p^2}{k^2 p^2} \right) - \Delta t \left(\frac{V_x k + V_y p}{pk} \right) \right) - C_{i+1,j}^t \left(\frac{\Delta t}{p^2} - (V_x p - 2A_l) \right) + \\ + C_{i,j+1}^t \left(\frac{\Delta t}{k^2} - (V_y k - 2A_l) \right) - C_{i+2,j}^t \left(\frac{A_l}{p^2} \Delta t \right) - C_{i,j+2}^t \left(\frac{A_l}{k^2} \Delta t \right)$$

де C – об’ємна концентрація нафти у воді, кг/м³, $V=V(x, y)$ – вектор горизонтальних компонент швидкості течії в поверхневому шарі (глибина $h=1$ м), A_l – коефіцієнт горизонтальної дифузії, м²/с, $p, k, \Delta t$ – шаги по координатах x, y та часу відповідно, i, j – параметри решітки різницевої схеми.

Розроблене програмне забезпечення дозволяє здійснювати імітаційне моделювання динаміки нафтового поля та за отриманими розрахунковими даними визначаються основні параметри процесу збору нафти (координати нафтового поля у час підходу нафтозбирача, довжина бонових загороджень тощо).

Висновок. Розроблена на базі імітаційної моделі СППР дозволяє збільшити якість збору нафти, за рахунок зниження впливу “людського” фактору на прийняття рішень в умовах невизначеності.

Література:

1. Лонин С.А., Рясинцева Н.И., Туковиченко Ю.С. К вопросу размещения нефтеперевалочного комплекса в прибрежной зоне Чёрного моря в районе г. Одессы // Диагноз состояния среды прибрежных и шельфовых зон Чёрного моря. Сборник научных трудов / НАН Украины – Севастополь, 1996. – С. 162–171.

УДК 532

**ПРОГРАММНЫЕ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА
ВОДЫ В РЕКАХ, ОСНОВАННЫЕ НА ЧИСЛЕННОЙ
РЕАЛИЗАЦИИ ОДНОМЕРНЫХ УРАВНЕНИЙ РЕЧНОЙ
ГИДРАВЛИКИ И АДВЕКТИВНО-ДИФфуЗИОННОГО ПЕРЕНОСА
ПРИМЕСЕЙ, И ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ РЕЧНЫХ
СИСТЕМ**

Н.Н. Дзюба, Г.В. Дончиц, Д.М. Трибушный

Институт проблем математических машин и систем НАН Украины

Для расчета качества воды в реках разработана серия программных систем, рассчитывающих гидравлику на основе полных одномерных уравнений Сен-Венана [1] и концентрацию примесей на основе уравнения адвективно-диффузионного переноса [2]. В зависимости от вида токсических примесей эти системы делятся на 3 класса: системы для расчета консервативных примесей, системы для расчета распространения радионуклидов и системы для расчета процессов эвтрофикации в водной среде. С математической точки зрения эти 3 класса отличаются правыми частями уравнений адвективно-диффузионного переноса и количеством этих уравнений.

Простейшим случаем является распространение консервативных примесей. Этот программный комплекс использовался для создания системы поддержки принятия решений при расчете режимов сброса шахтных вод Криворожских ГОКов в верхнем течении р.Ингулец [3].

Для описания трансформации радионуклидов рассматриваются три формы их присутствия в водной среде (в растворе, на взвеси и в дне). Процессы взаимодействия между этими формами описываются с помощью коэффициентов равновесного межфазного распределения радионуклидов и параметров скорости обменных процессов. Эта модель была использована для расчета распространения ^{137}Cs и ^{90}Sr вдоль каскада Днепровских водохранилищ, начиная от устья р.Припять, и валидировалась на основе многочисленных данных натуральных измерений по всем водохранилищам каскада. Эта же модель была использована в проекте RADARC для расчета выноса радиоактивности в Северный Ледовитый океан сибирскими реками Обь и Енисей в период 1948-1995 гг. за счет работы НПО «Маяк» на р.Теча (приток Оби 4-го порядка) и Красноярского обогатительного комбината на Енисее.

Система расчета процессов эвтрофикации была разработана в рамках договора с Госводхозом для прогнозирования качества воды в Днепровском каскаде в результате сбросов целого ряда промышленных и бытовых предприятий. За основу были взяты уравнения азотного и

фосфорного циклов, используемые в системе WASP6 [4]. Всего система рассчитывает 8 показателей качества воды, а именно РК – растворенный кислород, БПК – биохимическое потребление кислорода, РНУТ – концентрация фитопланктона, NO₃ - нитраты, NH₃ - аммиак, ОРО₄ – неорганический фосфор, ОР – органический фосфор, ON – органический азот.

Литература

1. Holly F.M., Yang J.C., Schwarz P., Schaefer J., Hsu S.H. and Einhellig R. CHARIMA, Numerical Simulation of Unsteady Water and Sediment Movement in Multiply Connected Networks of Mobile-Bed Channels // IHR Report - Iowa Institute of Hydraulic Research the University of Iowa – Iowa City, USA – 1990. - N 343.
2. Кюнж Ж.А., Холли Ф.М., Вервей А. Численные методы в задачах речной гидравлики. – М. Энергоатомиздат, 1985. – 252 с.
3. Дончиц Г.В., Дзюба Н.Н., Железняк М.И., Трибушный Д.М. Система поддержки управления качеством воды реки Ингулец, основанная на одномерных моделях динамики воды и переноса примесей // Математические машины и системы, 2006. – № 1 – С. 121-133.
4. Ambrose R.B., Wool T.A., Martin J.L. The Water Quality Analysis Simulation Program, WASP6, U.S. Environmental Protection Agency, Athens, GA.

СЕКЦІЯ 2
СУЧАСНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОГО ТА
ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ У
ВИРОБНИЦТВІ

**ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКО-МНОЖИННИХ МЕТОДІВ ДЛЯ
ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПРОЕКТУВАННЯ**

Є.Б. Артамонов

Національний авіаційний університет, Україна

Інвестиційний проект передбачає планування в часі трьох основних грошових потоків: потоку інвестицій, потоку поточних платежів і потоку надходжень. Ні потік поточних платежів, ні потік надходжень не можуть бути сплановані цілком точно, оскільки немає і не може бути повної визначеності щодо майбутнього стану ринку. Ціна і об'єми продукції, що реалізується, ціни на сировину і матеріали і інші грошово-вартісні параметри середовища за фактом їх здійснення в майбутньому можуть сильно різнитися з передбачуваними плановими значеннями, які оцінюються з позицій сьогодення.

Інформаційна невизначеність спричиняє ризик прийняття інвестиційних рішень. Завжди залишається можливість того, що проект, визнаний спроможним, виявиться de-facto збитковим, оскільки прийняті в ході інвестиційного процесу значення параметрів відхилялися від планових, або ж які-небудь фактори взагалі не були враховані. Інвестор ніколи не матиме в своєму розпорядженні повної оцінки ризику, оскільки число варіацій зовнішнього середовища завжди перевищує управлінські можливості приймаючої вирішення особи [1].

У детермінованому і стохастичних підходах до планування передбачається наявність повного інформаційного базису, при якому всі значущі фактори повинні бути враховані. Точність вимірюваних факторів повинна бути достатньо високою.

Нечіткий підхід дозволяє спиратися на будь-яку апіорну інформацію і давати нечітке вирішення, відповідне по рівню точності і наявності вихідних даних.

У літературі по інвестиційному аналізу (наприклад, в [2,3]) добре відома формула чистої сучасної цінності інвестицій (NPV - Net Present Value).

Співвідношення для NPV має наступний вигляд:

$$NPV = -I + \sum_{i=1}^N \frac{\Delta V_i}{(1+r_i)^i} + \frac{C}{(1+r_{N+1})^{N+1}}, \quad (1)$$

де I - стартовий обсяг інвестицій, N - число планових інтервалів (періодів) інвестиційного процесу, відповідних терміну життя проекту, ΔV_i - оборотне сальдо надходжень і платежів в i-ому періоді, r_i - ставка дисконтування, вибрана для i-го періоду з урахуванням оцінок очікуваної

вартості використовуваного в проєкті капіталу (наприклад, очікувана ставка за довгостроковими кредитами), C - ліквідаційна вартість чистих активів, що склалася в ході інвестиційного процесу (зокрема залишкова вартість основних засобів на балансі підприємства).

Інвестиційний проєкт визнається ефективним, коли NPV, оцінена по (1), більше певного проєктного рівня G (у найпоширенішому випадку $G = 0$). Якщо всі параметри в (1) володіють "розмитістю", тобто їх точне плановане значення невідоме, тоді як вихідні дані доречно використовувати трикутні нечіткі числа з функцією приналежності. Ці числа моделюють вислів наступного виду: "параметр A приблизно рівний \bar{a} і однозначно знаходиться в діапазоні $[a_{\min}, a_{\max}]$ ".

Одержаний опис дозволяє розробнику інвестиційного проєкту взяти за вихідну інформацію інтервал параметра $[a_{\min}, a_{\max}]$ і найбільш очікуване значення \bar{a} , і тоді відповідне трикутне число $\underline{A} = (a_{\min}, \bar{a}, a_{\max})$ побудовано.

Задавши допустимий рівень дискретизації по α на інтервалі приналежності $[0, 1]$, ми можемо реконструювати результуюче нечітке число NPV шляхом апроксимації його функції приналежності μ_{NPV} ламаної кривою по інтервальних точках.

Підхід, заснований на нечіткостях, долає недоліки підходів ймовірності і мінімаксного, зв'язані з урахуванням невизначеності. По-перше, тут формується повний спектр можливих сценаріїв інвестиційного процесу. По-друге, вирішення приймається не на основі двох оцінок ефективності проєкту, а по всій сукупності оцінок. По-третє, очікувана ефективність проєкту не є точковим показником, а є полем інтервальних значень з своїм розподілом очікувань, що характеризується функцією приналежності відповідного нечіткого числа. А зважена повна сукупність очікувань дозволяє оцінити інтегральну міру очікування негативних результатів інвестиційного процесу, тобто ступінь інвестиційного ризику.

Література

1. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Орлова Е.Р., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов. М.: Дело, 1998.
2. Воронов К.И. Оценка коммерческой состоятельности инвестиционных проектов // Финансовая газета, 1993, №№ 49 - 52; 1994, №№ 1 - 4, 24 - 25.
3. Финансовое планирование и контроль. М.: ИНФРА-М, 1996.

**МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ СТРАТЕГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ
РЕГІОНАЛЬНОГО РІВНЯ**

В.В. Казимир⁽¹⁾, В.П. Шемет⁽²⁾

(1) -- Інститут проблем математичних машин і систем НАН України

(2) -- Чернігівський державний технологічний університет

Раніше для організаційного управління використовувались короткострокові та довгострокові плани розвитку, але згодом з'явився новий напрямок, який отримав назву стратегічного управління. Стратегічне управління [1] – це таке управління організацією, яке спирається на людський потенціал організації, орієнтує свою діяльність на задоволення запитів користувачів своєї продукції, здійснює гнучке регулювання і своєчасні зміни в організації у відповідності із змінами зовнішнього середовища. Стратегічні плани розвитку розробляються не лише у межах держави, але і в межах регіонів. Виконують ці плани організації, до яких належить і обласна державна адміністрація (ОДА).

Важливим елементом структури стратегічного управління є безпосереднє оточення, яке аналізується шляхом дослідження інформаційних потоків. Існуючі дослідження в цьому напрямку враховують або структуру, або окремі процеси функціонування. Замість цього пропонується загальний підхід до моделювання інформаційних потоків, який враховує одночасно і структуру, і процес функціонування інформаційної системи ОДА.

Аналітичні моделі на дають можливості проаналізувати внутрішню роботу ОДА в динаміці проходження документів через інформаційну структуру ОДА. Однак це може бути зроблено за рахунок імітаційного моделювання процесів проходження документів.

Як початкові дані розглядалась інформація, отримана в Одеській ОДА та Чернігівській ОДА відносно роботи з розпорядженнями голови ОДА. Саме розпорядження голови ОДА визначають найбільш загальну схему внутрішньої роботи з документами, оскільки в цьому разі мають бути задіяні головні структурні елементи: від розробника розпорядження та загального відділу з багатьма його структурними підрозділами до цілої ланки керівників ОДА.

Формалізована модель створена за допомогою системи імітаційного моделювання, і включає агрегатну модель структури інформаційних потоків та Е-мережеву модель кожного з агрегатів. Під час роботи моделі для адресування інформації використовується мітка Вигляд законів розподілення, які використовувались на переходах для моделювання часу затримки при проходженні документів, визначались

результатами статистичної обробки початкових даних. При моделюванні проводились багатопрогонні експерименти з числом прогонів 100. В процесі прогону моделі обчислювались оцінки показників ефективності роботи з документами.

Результати імітаційного моделювання процесу проходження розпоряджень голови ОДА для Одеської і Чернігівської ОДА. Приведені результати показують, що при значній різниці в кількості документів, що обробляються (більше ніж у два рази), інші показники для різних ОДА збігаються достатньо близько. Суттєво відрізняються тільки *Середній час узгодження* і *Коефіцієнт зайнятості по роботі з документами* (відношення середнього часу роботи з документами до загального робочого часу). Обидва ці показники значно менші в Чернігівській ОДА. В той же час Одеська ОДА має на третину менший час реакції, тобто менше часу витрачається на підготовчу роботу.

Частина показників, із тих що впливають на якість управління, не може бути визначена на отриманій вибірці даних. Це означає, що існуюча система документообігу не в повній мірі відповідає вимогам стратегічного управління в потребує удосконалення.

Література

1. Ансофф И. Стратегическое управление: Сокр. пер. с англ. / Науч. ред. и авт. предисл. Л. И. Евенко. – М.: Экономика, 1989. – 519 с.

УДК 62-50:007:656

ЕКСПЕРТНА МОДЕЛЬ СИТУАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ АЕРОПОРТОМ. АЛГОРИТМ ВИРОБЛЕННЯ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ ЕКСПЕРТНОЇ МОДЕЛІ СИТУАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ

Г.С. Краліна

Національний авіаційний університет, Україна

Відомі методи вироблення рішень в експертних системах управління мають ряд недоліків, що істотно обмежують їхню ефективність і можливості практичного застосування. По-перше, вони орієнтовані на зміну в кожному окремому випадку значення тільки однієї якої-небудь характеристики стану об'єкту управління (ОУ). По-друге, при виробленні керуючого рішення, спрямованого на зміну рівня окремо розглянутої характеристики, ніяк не враховується можливий побічний ефект, що може виражатися в довільній зміні значень інших характеристик стану ОУ. Практична реалізація такого рішення може ще більш віддалити стан ОУ від нормального. Ці й інші фактори обумовили

прагнення поставити процес вироблення рішень в експертних системах управління на строго математичну основу, тим більше що він носить явно виражений комбінаторний характер.

Пропонований підхід до вироблення рішень у системах ситуаційного управління базується на наступних припущеннях.

Об'єктом управління (ОУ) є складна організаційно-технологічна система, що складається з n взаємодіючих підсистем σ_j , $j = \overline{1, n}$. Стан ОУ в кожен момент часу описується u -вимірним вектором значень його характеристик $z = (z_p; p = \overline{1, u})$.

Експертна модель ситуаційного управління має наступну структуру:

$$S_q \rightarrow \bigvee_{r \in R_q} \bigwedge_{i \in I_r} \bigwedge_{j \in J_{ri}} X_i(\sigma_j), q = \overline{1, v}, \quad (1)$$

де R_q – множина, елементи якої ідентифікують можливі способи впливу на ОУ в q -й позаштатної ситуації;

I_r – множина елементарних керуючих операцій, одночасна реалізація яких передбачається r -м способом впливу на ОУ;

J_{ri} – множина номерів підсистем ОУ, до яких застосовується i -я керуюча операція згідно r -у способів впливу;

$X_i(\sigma_j)$ – предикат, що описує i -у керуючу операцію, застосовувану до j -ої підсистеми ОУ.

Явно виражений комбінаторний характер процедури логічного виводу, а також прагнення додати їй велику цілеспрямованість обумовили спробу залучити до вироблення рішень на основі експертних моделей управління алгоритм спрямованого перебору варіантів.

Даний алгоритм передбачає послідовне дроблення множини G варіантів рішення задачі, вироблене доти, поки не буде знайдено оптимальне рішення або установлений факт несумісності системи обмежень. Приведений алгоритм має властивість повноти, обумовлену тим, що жодна з виділюваних підмножин варіантів не виключається з поля розгляду до установлення факту несумісності відповідної їй системи обмежень.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НОВЫХ ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ С НУЖНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Ю.В. Кук, Е.И. Лаврикова

Институт кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины

Работа ориентирована на решение важной прикладной проблемы — проектирование структуры соединений с требуемыми свойствами. Математическая модель системы проектирования новых химических соединений с нужными свойствами строится на основе специального типа сетевой структуры — семантической сети «объект – предикат», в которой свойства объектов и их отношения описываются с помощью предикатов. Эта сеть представляет собой ориентированный ациклический граф, в котором вершины соответствуют объектам и предикатам. Рассматриваются два типа объектов: *составные и первичные* и два типа предикатов: *предикаты составных и первичных объектов*. Под первичными объектами понимаются объекты, которые входят в состав составных объектов. Под *первичными предикатами* понимаются предикаты, обозначающие свойства и отношения первичных объектов, а под *предикатами составных объектов* понимаются предикаты, обозначающие свойства и отношения составных объектов. Сеть «объект – предикат» представляет собой четырехслойный граф пирамидальной сети, отдельные слои которого образуют его вершины. Первый слой соответствует первичным предикатам. Второй слой графа соответствует наименованиям первичных объектов. Третий слой соответствует наименованиям составных объектов, четвертый – предикатам составных объектов. Дуги нижнего и верхнего ярусов соединяют вершины, представляющие объекты, с вершинами, представляющие предикаты и направлены от первичных и составных объектов к предикатам. Дуги среднего яруса соединяют вершины, соответствующие первичным объектам, с вершинами, представляющими соединения. Первичные элементы, от которых исходят дуги, входят в состав тех соединений, в котором эти дуги заканчиваются.

Математическая модель системы проектирования состава соединений с нужными свойствами состоит из:

1. Блока построения сети «объект – предикат».
2. Блока выделения в сети предикатов соединений, которым соответствуют желательные свойства соединений (V+).
3. Блока выделения в сети предикатов соединений, которым соответствуют нежелательные свойства соединений (V-).

4. Блока выделения в сети вершин соединений группы G_1 , имеющих связи с V^+ и не имеющих связей с V^- .
5. Блока выделения в сети вершин соединений группы G_2 , имеющих связи с V^- и не имеющих связей с V^+ .
6. Блока нахождения векторов первичных предикатов для групп соединений G_1 и G_2 .
7. Блока выбора в сети претендентов на проектируемые соединения, из которых формируется группа G_3 . Выбор осуществляется в соответствии со следующим правилом. Претендент должен иметь связи с первичными предикатами, с которыми имеют связи соединения группы G_1 , и не должен иметь связей с первичными предикатами, с которыми имеют связи соединения группы G_2 .
8. Блока нахождения в сети первичных предикатов для претендентов на проектируемые соединения.
9. Блока преобразования первичных предикатов с целью увеличения вероятности правильного распознавания принадлежности претендентов к группе G_1 или G_2 .
10. Блока процедуры проверки правильности выбора претендентов на проектируемые соединения.

В работе рассмотрен пример проектирования системой новых химических соединений с электрооптическими свойствами.

УДК 621.391:621.396

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ НЕСТАБИЛИЗИРОВАННОЙ РЛ СТАНЦИИ В СЛОЖНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

И.И. Горбань, А.А. Кливак

Институт проблем математических машин и систем НАН Украины

В настоящее время для обнаружения объектов на поверхности моря, широко используются мобильные навигационные радиолокационные станции (РЛС), размещаемые на подвижных носителях. Большинство таких станций не имеют систем стабилизации характеристики направленности (ХН) [1-6]. При использовании таких РЛС имеют место пространственные и угловые перемещения носителя, вызываемые его движением и волнением моря. При этом положение главного лепестка ХН антенны постоянно меняется и, как следствие, меняется зона видимости РЛС.

Целью доклада является исследование работы нестабилизированной РЛС в условиях качки.

Методика модельных исследований

Большинство навигационных РЛС имеют растров характеристики направленности в горизонтальной плоскости около 10°, а в вертикальной от 170 до 270°. Углы наклона антенны в условиях качки зависят от типа носителя, волнения моря, ориентации носителя относительно набегающей морской волны и других параметров. Амплитуда бортовой качки может достигать 40 и более градусов с периодом от 5 до 15 секунд, а килевой качки – 20 и более градусов с периодом от 2 до 12 секунд. Антенна РЛС обычно размещается на мачте. Для малых и средних судов высота размещения антенны составляет порядка 10 м от уровня моря.

Рассмотрим два подхода к расчету зон видимости РЛС [7,8].

Для исследования зоны видимости станции в условиях качки по первой методике воспользуемся двумя системами координат: декартовой (x, y, z) с центром в точке O и сферической (φ_a, θ_a, r) с центром той же точке O (рис.1). Главный лепесток ХН может быть представлен в вертикальной и горизонтальной плоскости угловым сектором шириной $\Delta\theta_B$ и $\Delta\theta_G$ соответственно.

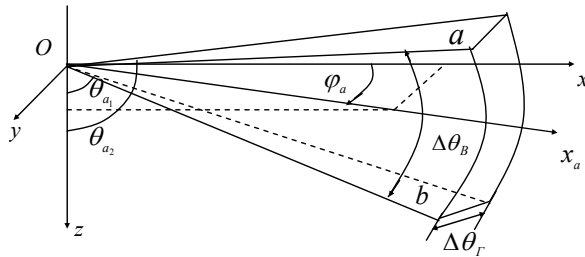


Рис. 1. Идеализированная форма луча

При отсутствии качки носителя плоскости a, b , ограничивающие главный лепесток ХН в вертикальной плоскости, определяются сферической координатой θ_a . В этом случае ширина главного лепестка ХН в вертикальной плоскости $\Delta\theta_B$ связана с нижней и верхней границей главного лепестка ХН θ_{a1}, θ_{a2} следующим соотношением $\Delta\theta_B = \theta_{a1} - \theta_{a2}$. Поворот антенны РЛС в горизонтальной плоскости описывается с помощью угла поворота φ_a , лежащим между осью x и осью главного лепестка ХН x_a .

Сечение главного лепестка ХН в вертикальной плоскости можно представить набором лучей, выходящих из начала координат O системы (x, y, z) , которые соответствуют фиксированному значению угла φ_a и разным углам $\theta_a \in [\theta_{a_1}, \theta_{a_2}]$. Множество точек пересечения таких лучей со сферической поверхностью Земли определяют локальную зону видимости антенны в текущий момент времени при данном угле поворота антенны. Результат, полученный для разных $\varphi_a \in [0, 2\pi)$ дает картину общей зоны видимости антенны.

В реальной обстановке задачей РЛС является определение координат цели исходя из внешних факторов (например, параметров качки) и характеристик антенны. Одним из решений поставленной задачи служит решение уравнения, описывающего местоположение цели в неподвижной системе координат

$$\overset{P}{X} = \overset{P}{X}_0 + A(\overset{P}{b} + D\overset{P}{F}) \quad (1)$$

относительно угла θ_a , где $\overset{P}{X}$ – вектор, описывающий местоположение цели; $\overset{P}{X}_0$ – вектор, описывающий перемещение центра масс носителя в системе координат, связанной с Землей; A – матрица, описывающая повороты носителя вокруг центра масс носителя в той же системе координат; $\overset{P}{b}$ – вектор, описывающий положение геометрического центра антенны в системе координат, связанной с носителем; $D = D(\varphi_a)$ – матрица, описывающая поворот антенны на угол φ_a вокруг оси z ; $\overset{P}{F} = \overset{P}{F}(r, \theta_a) = R(0, \sin \theta_a, \cos \theta_a)^T$ – вектор, описывающий в системе координат (x, y, z) положение цели; R – расстояние до цели; T – оператор транспонирования; при условии, что цель находится на водной поверхности.

Расчет зон видимости сводится к перебору для текущих углов крена, дифферента и рысканья, определяющих матрицу A , и текущих значений линейных перемещений центра масс носителя $\overset{P}{X}_0$ значений R , расчету для каждого R соответствующего углу θ_a .

Моделирование зон видимости навигационных РЛС

Для моделирования зон видимости РЛС в сложных динамических условиях по представленным выше двум методам были разработаны компьютерные программы, позволяющие рассчитывать зоны видимости. Некоторые результаты расчетов по этим программам приведены на рис.2. По результатам моделирования можно сделать вывод о том, что

результаты расчетов для двух подходов совпадают и с увеличением волнения моря площадь зон тени увеличивается, а при расширении раствора характеристики направленности зоны тени уменьшаются. Но даже при растворе 270 и достаточно большом волнении зоны тени сохраняются.

Моделирование проводилось на однопроцессорном персональном компьютере с частотой 2.3 ГГц и объемом оперативной памяти 512 Мбайт.

Вычислительные затраты требуемые для расчета зон видимости различны для описанных методик. Время, необходимое для расчета по второй методике, оказывается примерно на два порядка меньше, чем по первой, и позволяет проводить расчет зоны видимости в реальном масштабе времени.

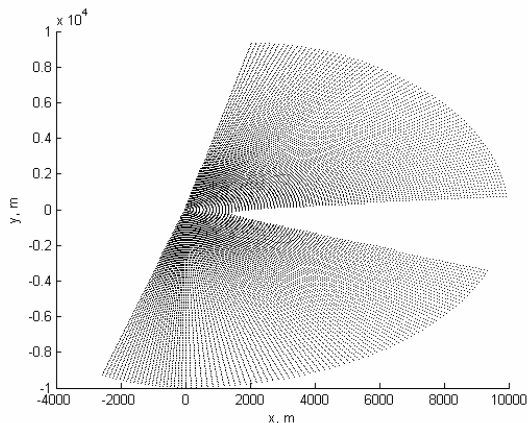


Рис. 2. Зона видимости нестабилизированной РЛС с шириной характеристики направленности в вертикальной плоскости 270 при дифференте с амплитудой 110 с периодом 6с и крене с амплитудой 290 с периодом 15с

Выводы

Разработаны две методики расчета зон видимости. Одна из которых позволяет реализовать моделирование зон видимости в реальном масштабе времени.

Литература

1. KODEN MDL-1540/1541, 1141/1140T/1140F www.profmash-dv.ru
2. Marine Radars MR 1000 T/R www.profmash-dv.ru

3. KODEN MDC-721/741 www.profmash-dv.ru
4. НРЛС „Галс” www.gorizont.rsd.ru
5. „Горизонт” РЛС Наяда-25М1. Информация рекламного содержания.
6. ATLAS ELECTRONIC Radar 9500TM/9600 ARPA. Информация рекламного содержания.
7. Горбань И.И., Кливак А.А. Математическое моделирование работы нестабилизированной радиолокационной станции в сложных динамических условиях // Математичні машини і системи. –2002.–№3.–С. 125–132.
8. Горбань И.И., Кливак А.А., Иванова С.Л. Зоны видимости нестабилизированных навигационных РЛС в условиях волнения моря // Математичні машини і системи. –2003.–№2.–С. 161–165.
9. Калюжный А.Я. Лучевое представление поля эхолокационных сигналов в слоисто-неоднородной среде при сложном движении приемно-излучающих антенных систем.// Акустический журнал. 1994. Том 40 №4 с.599-605.

УДК 622.7-52

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ
МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ
УСРЕДНЕНИЯ РУД**

И. Н. Матвеев

Бердянский институт предпринимательства

Отчетливой тенденцией современного этапа развития горной промышленности является вовлечение в разработку месторождений со сложными горно-геологическими условиями, что сопровождается ухудшением качества минерального сырья как по содержанию ценных компонентов, так и по обогатимости. Наряду с интенсификацией добычи большое значение приобретает задача повышения полноты и комплексности использования минерального сырья.

Качество минерального сырья влияет на качество конечной продукции и показатели эффективности переработки. При этом важен не только не только уровень качественных характеристик, но и стабильность этого уровня во времени, то есть эффективность обогащения руды зависит от стабильности входного потока как по производительности, так и по содержанию различных компонентов. Для сглаживания этих неравномерностей между отдельными стадиями переработки руды имеются различные буферные емкости, к которым относят усреднительные склады и бункеры различных типов. Стабилизирующие

свойства указанных устройств зависят от вероятностных характеристик входного потока, надежностных характеристик работы оборудования, а также от алгоритмов загрузки и разгрузки этих устройств. Такие алгоритмы можно разделить на две основные группы: статические алгоритмы, при которых порядок загрузки и разгрузки периодически повторяется; динамические алгоритмы, при которых порядок загрузки и разгрузки меняется в зависимости от внешних условий.

Изучение статических режимов приводит во многих случаях к математическим задачам, позволяющим получать аналитическим путем содержательные результаты. Формализация же динамических режимов приводит к очень сложным математическим моделям, аналитическое исследование которых оказывается весьма затруднительным.

Эффективность какого-либо метода зависит от того, как организована загрузка и разгрузка усреднительных складов. Аппаратом для теоретического исследования различных режимов переработки руды является имитационное моделирование на ЭВМ работы системы штабелей. Применение имитационного моделирования позволяет проследить за всем процессом усреднения руд, а также предоставляет возможность управлять им. При этом должны моделироваться входной поток руды, меняющиеся возможности обогатительной фабрики по переработке, а также «встроенный» в модель алгоритм. Наряду с показателями, характеризующими уровень стабилизации сырья, при моделировании определяются показатели, оценивающие степень использования оборудования, входящего в состав добычного и обогатительного комплексов.

Совместный учет рассмотренных выше показателей позволяет определить наиболее эффективный технологический режим управления качеством перерабатываемого сырья, что в свою очередь приводит к увеличению эффективности обогатительного и доменного процессов.

УДК 517.957

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ВІКОВОЇ СТРУКТУРИ БІОЛОГІЧНИХ ПОПУЛЯЦІЙ

В.Г.Маценко

Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича

Проблема динаміки чисельності популяції займає центральне місце в екологічних дослідженнях. Для більш адекватного описання динаміки чисельності необхідно враховувати неоднорідності властивостей особин, зокрема вікову структуру.

Цей підхід призводить до вивчення систем з розподіленими параметрами і дає можливість одержувати результати, принципово відмінні від класичних результатів для моделей з зосередженими параметрами.

Простішим прикладом структурованої моделі за віком є лінійна модель фон Фоерстера [1]. Вона має вигляд

$$\frac{\partial x}{\partial \tau} + \frac{\partial x}{\partial t} = -\mu(\tau)x, \quad \tau, t > 0,$$

$$x(0, t) = \int_0^{\infty} b(\tau)x(\tau, t)d\tau, \quad t > 0, \quad (1)$$

$$x(\tau, 0) = \varphi(\tau), \quad \tau \geq 0,$$

де $x(\tau, t)$ – вікова густина чисельності особин в популяції, τ – вік особин, t – час, $\mu(\tau)$, $b(\tau)$ – функції, що описують природні процеси виживання та народжуваності, відповідно, $\varphi(\tau)$ – початковий розподіл вікового складу.

Розв'язок системи (1) визначається системним параметром H (біологічний потенціал), який вбирає в себе функції $\mu(\tau)$, $b(\tau)$ і визначається співвідношенням

$$H = \int_0^{\infty} b(\tau) \exp\left(-\int_0^{\tau} d(s)ds\right) d\tau.$$

Якщо $H > 1$, то $x(\tau, t) \rightarrow \infty$ при $t \rightarrow \infty$, якщо $H < 1$, то $x(\tau, t) \rightarrow 0$ при $t \rightarrow \infty$, якщо $H = 1$, то система має множину стаціонарних станів.

В подальшому система типу (1) вивчалась при різних узагальненнях на випадки, коли μ та b нелінійним чином залежать від $x(\tau, t)$ та $s(t)$, де $s(t)$ – загальна чисельність особин в момент часу t або деяка зважена характеристика чисельності..

Особливий інтерес викликають випадки нелокальної залежності параметра μ та b , які в загальній формі можуть бути записані як [2, 3]

$$\mu = \mu(\tau, s), \quad b = b(\tau, s), \quad s = \int_0^{\infty} x(\tau, t)d\tau; \quad \mu = \mu(\tau, s_1), \quad b = b(\tau, s_2), \quad s_i =$$

$$\int_0^{\infty} \gamma_i(\tau)x(\tau, t)d\tau, \quad i = 1, 2.$$

Для таких функцій виживання та народжуваності вивчається питання існування, додатного розв'язку задачі (1) та існування стаціонарних вікових розподілів і їх стійкості.

В даній роботі система (1) вивчається у випадках
 $\mu = \mu(s), b = b(s)e^{-\alpha\tau}, \alpha > 0, \mu = \mu(s), b = b(s)\tau e^{-\alpha\tau}, \alpha > 0.$

Література

1. Von Foerster H. Some remarks on changing populations // Kinetics of Cellular Proliferation. – New-York: Grune and Stratton, 1959. – P. 382 – 407.
2. Gurtin M.E., MacCamy R.C. Nonlinear age-dependent population dynamics // Arch. Ration Mech. and Anal. – 1974. – 54, N 3. – P. 281 – 300.
3. Маценко В.Г. Нелінійна модель динаміки вікової структури популяцій // Нелінійні коливання. – 2003. – 6, № 3. – С. 357 – 367.

УДК:658.310.8.001.57

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ АДАПТАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ К ИЗМЕНЕНИЮ В СПРОСЕ НА ПРОДУКЦИЮ

М.В Погорелова

Севастопольский национальный технический университет

Внешняя среда предприятий в современных условиях характеризуются высокой подвижностью и неопределенностью. В этих условиях важнейшим фактором, влияющим на конкурентоспособность предприятия, становится способность предприятия адаптироваться к изменениям.

Проблемам адаптации предприятия к внешней среде посвящены работы отечественных и зарубежных ученых: Г. Минцберг, Д. Майлс и В.Сноу, И.Ансофф, Дж. Вудворд, С.Питеркин, В. Ханаан, К. Фриман, П. Фрисен, Д. Миллер. В проблему разработки адаптивных систем управления и моделирования процессов адаптации значительный вклад внесли: В.М. Глушков, Клебанова, Ю.Г. Лисенко, В.Л. Смирнов, О.В. Овечко, В.П. Стасюк, Л.А. Растрингин, Ст. Бир и другие

В существующих работах по адаптации нерешенной остается проблема оценки способности к адаптации предприятий с точки зрения системы управления и организации процессов.

Цель работы: исследование способности к адаптации предприятий с различными системами управления и типом организации процессов производства к изменению спроса как частный случай процессов адаптации к изменениям во внешней среде.

С целью исследования эффективности СУП при различной подвижности и неопределенности спроса были разработаны имитационные модели процессов компании Acme Stamping, приведенные в книге Ротер М «Учитесь видеть бизнес-процессы».

Модели предприятий разработаны как одноканальные многофазные имитационные системы с неоднородными потоками требований, без последствия, с детерминированным временем обслуживания.

Каждая модель состоит из нескольких независимых секторов: сектор управления, поступление материалов, отгрузка товаров, производство. В секторе управления производится расчет параметров модели, сектор поступления материалов и отгрузки изменяет показатели уровня запасов материалов и готовой продукции в соответствии с периодичностью поставки. В секторе производства генерируется поступление партии материалов в производство, имитируется процесс производства в соответствии с длительностью операций.

Разработанные модели позволяют исследовать способность к адаптации предприятий с различными СУП и типами организации производства, оптимизировать процесс взаимодействия предприятия с внешней средой. Необходимы дальнейшие исследования по данной проблеме, в области способности к адаптации различных уровней, разработки гибридных СУП и плана перехода к новой СУП.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО КЛАССА ЗАПРОСА ДАННЫХ СТРУКТУРАМИ В СОСТАВЕ ФИНАНСОВО- ХОЗЯЙСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ

А.В. Радченко

Рассматриваются и анализируются методы прогнозирования данных на эффективность их использования для предвидения востребованности объектов в различных видах информации, также определяются требования к информационной базе для составления прогнозов и приводится классификация статистических моделей прогнозирования.

Учебное заведение (УЗ) – достаточно сложная организационная система, включающая в себя много структур и подразделений. Работа такой сложной системы нуждается в руководстве и координации работой отдельных структур. Для принятия верных управленческих решений руководство должно иметь оперативную и достоверную информацию о состоянии всех подразделений заведения.

Анализ и обобщение статистических данных является завершающим этапом статистического исследования. Анализ – это метод научного исследования объекта или их совокупности путем рассмотрения их отдельных сторон и частей. Финансово-экономический анализ – это разработка экономических основ с использованием экономико-статистических и математических методов анализа с целью построения и адекватного контроля отражения тенденций и закономерностей реально существующих явлений и процессов.

В основе моделирования и прогнозирования лежит статистическая информация. Статистическая информация – это совокупность сведений социально-экономического характера, на основе которых осуществляются такие функции, как учет, контроль, планирование и управление. Источниками информации являются органы государственной статистики, организационно-правовые структуры, специализированные организации и так далее.

При прогнозировании финансово-экономических явлений основная роль отводится анализу динамической информации. Основной задачей статистического моделирования является построение статистических моделей на основе разработанной методологии и выбор той из них, которая наиболее эффективна при анализе тенденций и закономерностей. Основная проблема статистического моделирования заключается в выборе самой адекватной анализируемому явлению функции, которая владеет прогностическими свойствами.

Статистическое моделирование является категорией оценки истинности тех или других социально-экономических явлений. Рассматривая моделирование в этом аспекте следует учитывать то, что при моделировании сложных социально-экономических явлений они могут быть выражены в нескольких моделях, каждая из которых будет характеризовать одну из сторон изучаемого явления, следовательно модель будет давать приблизительное представление о структуре, взаимосвязях и развитии явления, кроме того каждая статистическая модель в известной мере условна, поскольку базируется на определенных предположениях достоверности – это отображение или аналог явления или процесса в основных существенных для него чертах.

Моделирование – это воспроизводимость основных характеристик исследуемого объекта на другом объекте, специально созданном для этих целей.

Модель – это подобие своего аналога, которое заключается в сходстве физических характеристик, выполняемых функций, поведении объекта, его моделей и в его математическом и статистическом поведении.

Статистическое прогнозирование является одним из инструментов социально-экономического планирования и управления.

Прогнозирование – это научно обоснованное, основанное на системе установленных причинно-следственных связей и закономерностей, выявления состояния и достоверных путей развития явления или процесса. Таким образом прогнозирование позволяет получить оценку показателей и дать характеристику явления или процесса в будущем.

Предметом статистического прогнозирования является рассмотрение возможных вариантов состояния явления в будущем на основе анализа прошлого и настоящего. Рассматривая прогнозирование в широком значении слова можно выделить два термина: предвидение и прогноз.

Предвидение – это предвидение таких событий, количественная характеристика которых невозможна или затруднена.

Прогноз – это количественное утверждение достоверности в будущем о состоянии объекта с относительно высокой степенью достоверности на основе анализа тенденций и закономерностей прошлого и настоящего.

На практике используют более 150 методов прогнозирования, которые можно объединить в следующие группы: экстраполяция, моделирование, экспертные оценки.

Важным параметром прогнозирования является период упреждения прогноза – отрезок времени от момента, за который есть последние фактические данные, до момента, на который строиться прогноз.

Ряды динамики являются основным источником для моделирования и прогнозирования социально-экономических явлений. Эти ряды обладают способностью отображать тенденции развития и, из-за инерционности социально-экономических явлений, на их основе возможно составить достаточно четкое представление о современном состоянии объекта и его будущем развитии.

Основная задача при анализе рядов динамики заключается в разбивке уровня ряда на следующие составляющие:

1. Тенденцию.
2. Случайную компоненту.
3. Сезонную компоненту.

Тенденция – это основное направление, закономерность в развитии явления процессов.

Тренд – это аналитическая функция, которая описывает тенденцию изменения явления и связывает единственным законом развития все последующие уровни ряда динамики.

Закон развития явления выражает суть и природу явления не поддающуюся описанию трендом.

При прогнозировании социально-экономических явлений возникают следующие проблемы:

1. Ряд динамики – это числовая последовательность образования уровней во времени и только в одном направлении.

2. Ряды динамики могут быть подвержены регулярным колебаниям, связанным с сезонностью, ритмичностью и так далее.

4. В рядах динамики может наблюдаться связь последующих уровней с предыдущими, то есть автокорреляций.

5. При анализе рядов динамики (связных) может возникнуть отставание одних рядов от других, то есть, так называемый, часовой лаг.

Главной компонентой ряда динамики есть тенденция. На основе аналитических показателей можно определить интенсивность и скорость развития явления во времени. В статистике различают аналитические показатели: абсолютный прирост, темп роста и темп прироста.

Методы выявления тенденции в целом, в рядах динамики. Кумулятивный Т-критерий.

Методы выявления тенденции по видам. Метод сравнения средних уровней временного ряда. Метод Фостера-Стюарта.

Методы определения основного направления развития явления. Метод скользящих средних. Метод аналитического выравнивания.

Литература

1. Попов Л.А. Анализ временных рядов и прогнозирование – Г.: РЭА им. Плеханова, 2004

2. Forecasting, by Makridakis, Wheelwright and McGee, John Wiley & Sons, 1983.

УДК 004.738

ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ НАПВНАТУРНИХ ВИПРОБУВАНЬ КІЛЬКІСНОГО АНАЛІЗУ ФОРМОВАНИХ ПРОЦЕСІВ ЛАТЕНТНОСТІ

В.В.Рудой

Інститут проблем математичних машин і систем НАН України

Для реалізації мобільних терміналів-обробників високошвидкісних бездротових мереж WiMAX на підставі специфікації IEEE 802.16 або спеціалізованих мостів, мережних фільтрів та екранів високошвидкісних мереж на підставі специфікації IEEE 802.3u між

цільовим процесором та модемами/конверторами (для радіоканалу WiMAX) або мережними адаптерами (для каналу Ethernet) повинний бути високошвидкісний канал, який в тому чи іншому вигляді присутній на багатьох сучасних процесорах: в Intel Xscale процесорах, в Analog Devices Blackfin одно – та багато – ядерних процесорах, Texas Instruments OMAP багатоядерних процесорах та багато інших.

При реалізації напівдуплексного підключення вводу/виводу між процесорами на підставі високошвидкісного інтерфейсу, реєстри конфігурації DMA контролеру та контролеру каналу передачі потребують зміни конфігурації для роботи у зворотному напрямку. Така реконфігурація потребує додаткового часу, що відбивається на швидкості передачі по інтерфейсу. Підготування даних для передачі також потребує додаткового часу, що є затримкою подачі даних на контролер каналу передачі.

В роботі показано, з чого складається латентність взаємодії ядра процесора з вбудованим контролером високошвидкісного каналу, та як вона впливає на пропускну спроможність інтерфейсу при передачі даних. Розроблений стенд для проведення напівнатурних випробувань, розроблена імітаційна модель напівнатурних випробувань формованої латентності, зібрана та проаналізована статистика процесів латентності, аналітично розраховано максимальну пропускну спроможність інтерфейсу та порівняно її з результатами імітаційної моделі. Також сформовані рекомендації подолання процесів латентності взаємодії ядра процесора з вбудованим контролером високошвидкісного каналу.

Література

1. Derek McAuley, "Where is Moore's Law taking us?", <http://www.cambridge.intel-research.net/~dmcauley/prep2.pdf>.
2. David Katz, Martin Kessler, Rick Gentile, "Parallel peripheral interface enables direct connection of high-speed converters and DSPs in wireless base stations", <http://www.analog.com>.
3. Jakob Engblom, "Embedded Systems", <http://www.it.uu.se/edu/course/homepage/dark2/ht05/slides/Embedded-4.pdf>.
4. Fleury, A.C. Downton, A.F.Clark, "Performance Metric for Embedded Parallel Pipelines", Parallel and Distributed Systems, November 2000, p.1164.
5. Ластовченко М.М., Рудой В.В. "Принципы введения макетирования алгоритмов в систему проектирования сетевого программного обеспечения коммуникаций" Киев, ИПС НАН Украины, "Проблемы программирования" №2, 2000, с 43-51.

6. Prashant Khullar, "Real-Time Solutions Using Mixed-Signal Front-End Devices with the Blackfin® Processor", Engineer-to-Engineer Note, EE-236, May 2004.

УДК 681.3

**АГРЕГАТНАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ
МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА**

В.С. Смородин

Гомельский инженерный институт МЧС РБ

На практике технологические процессы производства представляют собой множество взаимосвязанных микротехнологических операций $\{MTXO_{ij}\}$ $i, j = \overline{1, n}$, характеристики выполнения которых являются вероятностными. Некоторые из связей между $MTXO_{ij}$ также могут быть случайными. В таких случаях известные аналитические модели типа сетевых графиков ($СГР$) использовать нельзя [1]. Поэтому в качестве аппарата описания вероятностных технологических процессов производства ($ВТПП$) в [2] было предложено использовать вероятностные сетевые графики ($ВСГР$) и сочетать их с имитационным моделированием и методиками Монте-Карло. В этих случаях $ВСГР$ заменяется последовательностью $\{СГР_l\}$, $l = \overline{1, N}$, обычных сетевых графиков с постоянными параметрами $MTXO_{ij}$, где N - количество реализаций $ВСГР$ по методу Монте-Карло. Анализ технологических возможностей систем автоматизации, выполненный в работе [3], показал на наличие ряда трудностей построения имитационных моделей ($ИМ$) $СГР_l$ с помощью известных систем автоматизации имитационного моделирования ($САИМ$). Эти обстоятельства и отсутствие инструмента исследования $ВСГР$ определили актуальность разработки системы автоматизации имитационного моделирования вероятностных технологических процессов производства ($САИМ ВТПП$).

$САИМ ВТПП$ реализует агрегатный способ имитации [4], что обеспечивает простоту перехода от $ВСГР$ к структуре $ИМ ВТПП$. Достаточно заменить $MTXO_{ij}$ и SOB_i , $i = \overline{1, n}$, соответственно агрегатами-имитаторами этих компонентов $ВСГР$ в его текущей

реализации $СГР_l$, чтобы получить $ИМ$ l -ой реализации $ВСГР$ ($ВСГР_l$). Замена $ВСГР$ последовательностью $\{СГР_l\}$ удобна в том случае, когда эти два основных типа программных модулей-агрегатов ($МТХО_{ij}$ и $СОВ_i$) являются реентерабельными.

Основными элементами $ВСГР_l$ являются два типа составляющих его компонентов: микротехнологические операции $МТХО_{ij}$ и события $СОВ_i$. Первый тип компонентов $ВСГР_l$ представлен агрегатом-четырёхполюсником $АМТХО_{ij}$, на входы которого поступают два типа сигналов и с выходов которого формируются также два типа выходных сигналов. Второй тип компонентов $ВСГР_l$ представляет собой агрегат-многополюсник $АСОВ_i$, который может иметь α_1 входов и несколько видов выходов (k_1 разветвлений первого типа, k_2 кустовых выходов второго типа, k_3 кустовых выходов третьего типа). Связь между агрегатами $АСОВ_i$, $АМТХО_{ij}$, $АСОВ_j$ осуществляется с помощью сигналов, которые могут быть действительными (Sgd) или фиктивными (Sgf). Отличие сигналов друг от друга в агрегатной $ИМ$ состоит в том, что Sgd инициируют выполнение агрегата $АМТХО_{ij}$, а Sgf обходят алгоритм выполнения агрегата, не имитируя при этом выполнения агрегата $АМТХО_{ij}$. На выходах $АСОВ_i$ первого типа формируются только действительные сигналы Sgd . На выходах $АСОВ_i$ второго типа (число которых равно k_2), являющихся кустом с разветвлением из S_2 сигналов, только один из сигналов с номером s , $s = \overline{1, S_2}$, является действительным. На выходах третьего типа (число которых равно k_3), называемых «резервными», сигналы формируются согласно матрице управления $\|\gamma_{ns}\|$, задаваемой до начала имитации технологом на случай отказа оборудования. Резервный сигнал формируется в том случае, если на n -ом входе $АСОВ_j$ поступает сигнал Sgd с $АМТХО_{ij}$, во время выполнения которой была авария на закрепленном за ней на время

выполнения оборудовании. Предусматривая возможность возникновения аварийной ситуации, технолог производственной системы на основе задания значений матрицы управления обеспечивает включение резервных $AMTXO_{js}$ с помощью соответствующих сигналов Sgd . На всех остальных разветвлениях выхода $ASOB_j$ третьего типа будут формироваться фиктивные сигналы Sgf .

Следующей особенностью использования $BCGP$ для отображения $ИМ ВТПП$ является возможность задания вероятностных параметров агрегата $AMTXO_{ij}$ с помощью соответствующих функций распределения: времени выполнения $F_{1ij}(\tau)$, размеров ресурсов r -го типа $F_{2rij}(V)$, стоимости $F_{3ij}(c)$, материалов и комплектующих r -го типа $F_{4rij}(mt)$. Кроме вероятностных параметров для выполнения $AMTXO_{ij}$ задаются списки индивидуальных ресурсов $SP.INR_{ij}$, индивидуального оборудования $SP.OBOR_{ij}$ и исполнителей $SP.ISP_{ij}$. Эти потребности $AMTXO_{ij}$ закрепляются за агрегатом на время имитации его выполнения. Задаются также и характеристики надежности агрегатов-имитаторов оборудования $AOBIN_r$ с помощью функций распределения длин интервалов: между отрезками безотказной работы r -го устройства $\Phi_{1ijr}(\tau_{BO})$, восстановления его работоспособности $\Phi_{2ijr}(\tau_{BO})$.

В результате N реализаций $BCGP$ фиксируются следующие статистики функционирования компонентов CGP_i :

- для $ASOB_i$ формируются ранние t_{pil} , поздние сроки t_{nil} и резервы R_{il} выполнения событий;

- для $AMTXO_{ij}$ фиксируются фактические значения τ_{Bijl} времени их выполнения и стоимости выполнения C_{Bijl} .

Поскольку между $AMTXO_{ij}$ существует конкуренция за ресурсы, то выполняются неравенства $\tau_{Bijl} \geq \tau_{ijl}$ и $C_{Bijl} \geq C_{ijl}$. Увеличение общей

стоимости может происходить за счет ликвидации возникающих аварий оборудования, используемого $AMTXO_{ij}$. Особенностью формализации является то, что вычисление t_{pil} осуществляется в режиме прямой имитации, а определение t_{nil} проводится в режиме инверсной имитации.

Полученные согласно процедуре Монте-Карло перечисленные статистики по завершении l -ой реализации запоминаются в базе данных модели (*БДМ*). В момент перехода на следующую $(l+1)$ -ю реализацию все рабочие массивы обнуляются, и далее весь процесс реализации $BCGP_{l+1}$ повторяется с фиксацией в *БДМ* статистик выполнения $ASOB_i$ и $AMTXO_{ij}$ новой реализации $BCGP_l$. По завершении N реализаций в *БДМ* уже накоплены выборки перечисленных статистик имитации объема $N : \{t_{pil}\}, \{t_{nil}\}, \{R_{il}\}$. По этим выборкам определяются математические ожидания и выборочные дисперсии статистик свершения $ASOB_i$, а также формируется граф реализации критических путей $\{GRKRP\}$.

Исследование предметной области *ВТПП* агрегатным способом имитации автоматизируется с помощью *САИМ ВТПП*, которая состоит из следующих компонентов:

- библиотеки *LIB.AGREG* типовых имитационных моделей агрегатов $AMTXO_{ij}$ и $ASOB_i$;
- подсистемы *PS.FORMGR* формирования имитационных моделей агрегатов в имитационную модель $BCGP_l$;
- подсистемы *PS.MONTEK* реализации *ИЭ* согласно процедуре Монте-Карло;
- подсистем *PS.OBRAB* обработки статистики $BCGP_l$ и *PS.VIZUAL* визуализации результатов имитации;
- подсистемы *PS.RESH* анализа результатов и принятия решений;
- управляющей программы *UPMA* моделирования агрегатов.

Библиотека *LIB.AGREG* содержит набор реентерабельных программ $AMTXO_{ij}$ и $ASOB_i$, обслуживающих все элементы $BCGP_l$ каждой реализации в обоих режимах (прямой и инверсной) имитации. За

время постановки имитационного эксперимента для каждой l -ой реализации $BCGP$ эти агрегаты циклически переходят в различные состояния под управлением $UPMA$. Программы $AMTXO_{ij}$ и $ASOB_i$ библиотеки $LIB.AGREG$ используются в качестве «заготовок» для конструирования $IM\ BCGP$. В этой библиотеке также хранятся программы еще двух типов агрегатов: имитаторов оборудования $BTPII$ r -го типа $AOBOR_r$ и имитаторов процедур ликвидации аварий $APROC_k$.

Подсистема $PS.FORMGR$ организует ввод исходной информации, проверяет правильность написания состава сигналов и структуры $IM\ BCGP$, сообщает разработчику $IM\ BTPII$ о наличии ошибок коммутации в модели $BCGP$, организует работу с базой данных модели, проводит верификацию функционирования вновь разработанных $IM\ BTPII$. Подсистема $PS.MONTEK$ содержит библиотеку процедур формирования случайных величин, программу реализации процедуры Монте-Карло и вычисления оценок математического ожидания и дисперсий откликов моделирования. Подсистема $PS.OBRAB$ автоматизирует все операции обработки статистики моделирования $BTPII$, являясь при этом адаптацией известного пакета STATISTIKA [5]. Подсистема $PS.VIZUAL$ формирует временные диаграммы использования ресурсов и оборудования предприятия, а также графики расхода в модельном времени t_0 финансов, материалов и комплектующих изделий для l -х реализаций $BCGP$. Управляющая программа моделирования агрегатов $UPMA$ организует переход агрегатов из состояния в состояние, обеспечивает сочетание способов прямого и инверсного изменения времени t_0 с реализацией процедур Монте-Карло, а также контроль за моментом вычисления t_{pil} и t_{nil} у $ASOB_i$. Важной функцией $UPMA$ является передача сигналов агрегатами с выхода $ASOB_i$ на вход $AMTXO_{ij}$, затем с выхода $AMTXO_{ij}$ на вход $ASOB_j$ в режиме прямой имитации, и обратно, в режиме инверсной имитации.

Структура *BCGP* формируется последовательностью взаимодействий разработчика с *PS.FORMGR*, в результате чего осуществляется формирование таблиц структуры $AMTXO_{ij}$ и $ASOB_i$, таблиц коммутации агрегатов, таблиц состава и структуры оборудования, используемых агрегатом $AOBIN_r$. При этом сама структура сигналов также формируется исследователем в режиме диалога при описании $BCGP_i$. Окончание формирования базы данных модели означает завершение «запитки» *ИМ ВТПП* реальной статистикой исследуемого *ВТПП* или же экспертными данными (на случай проектирования структуры *ВТПП*). Отметим, что при создании таблиц коммутации агрегатов проверяется соответствие входов и выходов у агрегатов $ASOB_i$ и $AMTXO_{ij}$.

С помощью *САИМ ВТПП* автоматизируется решение на *ИМ* ряда задач проектного моделирования *ВТПП*:

- определение суточной пропускной способности вариантов *ВТПП* и оценки суммарной стоимости их реализации при заданном составе ресурсов;

- нахождение наиболее вероятного критического пути в технологии производственного цикла и определение «узких мест» в цепочке взаимосвязанных $MTXO_{ij}$;

- выбор из множества возможных рационального варианта состава ресурсов и оборудования *ВТПП* по критериям минимальной стоимости и его максимальной пропускной способности.

Таким образом, способ формализации *ВТПП* с помощью *САИМ ВТПП* позволяет исследовать структуру производственной системы, выбрать рациональный вариант *ВТПП* и решать задачи проектного моделирования технологических процессов предприятий. Простота описания *ИМ* и высокий уровень автоматизации исследований с помощью *САИМ* обеспечивают перспективу ее дальнейшего использования.

Литература

1. Жогаль С.П., Максимей И.В. Задачи и модели исследования операций. Ч. 1. Аналитические модели исследования операций: Учебное пособие. — Гомель: БелГУТ, 1999. — 109 с.

2. Максимей И.В., Смородин В.С., Сукач Е.И. Способ моделирования агрегатами технологических процессов опасного производства // Электронное моделирование. – 2005. – Т. 27, № 6. – С.101 – 109.

3. Максимей И.В. Имитационное моделирование на ЭВМ. — М.: Радио и связь, 1988. – 222 с.: ил.

4. Максимей И.В., Смородин В.С., Сукач Е.И. Система автоматизации экспериментов, реализующая агрегатный способ имитации технологических процессов // Информатика. – 2005. – N 1. – С. 25 – 31.

5. Боровиков В.П. Искусство анализа данных на компьютере: для профессионалов. 2-е изд. — СПб.: Питер, 2003. — 688 с.: ил.

УДК 681.5.083.02/03.044.64:51(045)

ЕКСПЕРТНА ДІАГНОСТИКА СКЛАДНИХ ОБ'ЄКТІВ З МНОЖИННИМИ ВІДМОВАМИ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ

О.П. Стьопушкіна

Національний авіаційний університет, Україна

Витрати на обслуговування і ремонт є одним з найважливіших експлуатаційних показників будь-якої технічної системи. Їх мінімізація в тих випадках, коли система є ремонтпридатною, практично неможлива без ефективного контролю стану системи.

Останніми роками ведуться інтенсивні розробки систем моніторингу (контролю) стану складних технічних об'єктів. Але ці розробки, як правило, йдуть паралельно розвитку систем автоматичного управління, і лише при створенні нових поколінь складних об'єктів робляться спроби об'єднати засоби управління і моніторингу в загальну систему, додавши їй нові функції – діагностики стану.

Сучасні вимоги до ремонтних служб роблять неможливим ефективно проведення ремонтів без знання технічного стану обладнання. Це призводить до створення груп, бюро технічної діагностики, навчання фахівців, придбання приладів діагностики промисловими підприємствами. Особливу актуальність набуває рішення оперативних діагностичних задач, що забезпечують ефективну експлуатацію дорожньої і складної апаратури.

Правильна організація роботи з системою діагностики дозволяє уникнути необґрунтованих ремонтів, своєчасно виводити в ремонт обладнання, наперед готувати до ремонту необхідні для конкретного обладнання запчастини, значно зменшити число або навіть уникнути незапланованих зупинок через раптові відмови обладнання.

Зростання складності об'єктів контролю в техніці, збільшення джерел інформації, облік динамічних властивостей об'єктів і систем, підвищені вимоги до точності і об'єктивності ухвалюваних рішень поставили питання про автоматизацію процесу діагностики. Рішення цієї проблеми вимагає застосування апаратури, яка б не тільки максимально спрощувала і прискорювала саму процедуру вимірювання, але і дозволяла на базі отриманої інформації оперативно проводити діагностику стану "на місці" за допомогою діагностичних програмних засобів при мінімальній участі оператора.

Досвід роботи в області діагностики показує, що часто після визначення стану непрацездатності у об'єкта, що діагностується, виявляється, що причиною даного стану є не апаратна, а програмна складова пристрою.

Сучасна обчислювальна техніка дозволяє розв'язати вищезазначену проблему шляхом створення систем автоматичної діагностики несправностей, які покликані полегшити процес перевірки об'єкту діагностики. Система автоматичної діагностики є комплексом програмних і апаратних засобів.

При виборі засобів діагностики виникає питання, пов'язане з параметрами об'єктів, що діагностуються. Якщо діагностується складний об'єкт тривалого режиму роботи з невеликими відхиленнями по конструкції, частоті обертання, масі, габаритам і умовам експлуатації, перевагу слід віддати системам поглибленої діагностики на основі багатоканальності і використання експертних систем. Для таких складних об'єктів характерний ефект «накладення» наслідків елементарних несправностей. Тому потрібно розробляти нові принципи діагностування, які б мали можливість зменшити площину невизначеності при накладанні класів стану вузлів об'єкту діагностування.

Досягнутий рівень автоматизації не задовольняє вимогам, що пред'являються до сучасних експертних систем діагностування технічних об'єктів. Основною причиною цього є орієнтація розробників на використання традиційних видів архітектури програмного забезпечення, зокрема – на системні засоби, що не володіють елементами штучного інтелекту.

Метою даної роботи є подальше вдосконалення систем діагностування, в яких існує можливість невизначеності стану об'єкту при накладанні наслідків множинних несправностей (відмов). Пропонується застосовувати метод визначення множинних відмов в складних об'єктах на основі експертних моделей діагностування.

Метод досягнення ідеальної мети експертної діагностики можна виразити як спробу включити досвідченого фахівця по діагностиці в

контур діагностики, надавши йому можливість використовувати будь-які алгоритми діагностики, ідентифікації, контролю і створення системи діагностики. Експертна діагностика здійснюється в двох різних режимах функціонування – навчання і адаптації. Перша фаза режиму навчання є постановкою питань, коли користувач може пропонувати свої апіорні знання про об'єкт і про характеристики контуру діагностики.

Після опитування система експертної діагностики проводить різні навчальні експерименти, які дають інформацію про динаміку об'єкту. На цьому етапі доцільно використовувати алгоритми побудови дерев рішень для виявлення та аналізу даних про об'єкт. Ця інформація використовується для побудови регулятора. В процесі адаптації система контролює і, якщо це необхідно, змінює регулятор. Такими змінами можуть бути як невеликі підгонки параметрів, так і побудова абсолютно нового регулятора. Експертна діагностика базується на тому припущенні, що немає універсальних алгоритмів діагностики або, принаймні, вони не можуть бути застосовані на практиці.

Література

1. Коршунов Ю. М. Математические основы кибернетики. М. Энергоатомиздат, 1987.
2. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. М. Иностранная литература, 1963.
3. Дмитриев С.А., Литвиненко А.Е., Стёпушкина Е.П., Попов А.В. Экспертные модели определения множественных отказов в авиационных двигателях // Вісник двигунобудування, 2005. - №1. – С. 12-17.

УДК 004.94

ИСЧИСЛЕНИЕ ПРОЦЕССОВ КАК МЕТОД АНАЛИЗА И МОДЕЛИРОВАНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Ю.И. Толуев

Университет им. Отто фон Герике, Магдебург, Германия

Процессы перемещения и накопления материальных объектов (грузов, носителей грузов, средств перемещения и транспортировки грузов) являются базовыми процессами, для реализации которых создаются логистические сети, например, в виде сетей снабжения промышленных предприятий или сетей распределения товаров в торговых системах. На основании численных оценок показателей функционирования логистической сети принимаются решения о конфигурации сети, об объёме и производительности требуемых для её

функционирования ресурсов, а также связанных с ними стратегиях диспетчирования и управления.

В работе сообщается об опыте разработки и применения нового класса графоаналитических моделей, основанных на использовании так называемых «объёмно-временных графиков процессов» (ОВГП). Такие модели позволяют отображать, анализировать и рассчитывать динамику процессов в логистических сетях на уровне детализации, сравнимым с тем, что применяется в имитационном моделировании.

Каждый ОВГП есть график, построенный в системе координат «время-количество». ОВГП, относящийся к ребру графа, отображающего структуру логистической сети, показывает события в соответствующем материальном потоке. ОВГП, относящийся к вершине графа, показывает динамику объёма запасов в соответствующем узле логистической сети.

ОВГП является, с одной стороны, графической формой отображения процесса, а с другой – хорошо структурированным протоколом событий. Именно данный аспект создаёт предпосылки для использования ОВГП в качестве операндов при выполнении над ними арифметических, алгебраических и функциональных преобразований.

Применение ОВГП даёт проектировщику системы или аналитику возможность работать непосредственно с реальными, желаемыми или рассчитанными графиками процессов. При этом он может свободно выбирать точность представления оригинального процесса. Новые, основанные на графиках процессов модели:

- могут быть как дискретными, так и непрерывными или гибридными;
- могут быть как нестационарными, так и стационарными;
- являются преимущественно детерминированными, но могут быть и вероятностными;
- используют исходные данные, которые по своей форме и содержанию могут быть как угодно близкими к реальным данным о реальных процессах;
- выдают результаты, на основании которых могут быть рассчитаны статистические или экономические показатели функционирования логистических систем (например, транспортные или складские расходы).

Основанные на графиках процессов модели могут занять место в мире моделирования между аналитическими моделями, применяемыми для грубой оценки показателей функционирования системы, и подробными имитационными моделями. На основании этих моделей могут быть разработаны качественно новые методы динамического расчёта материальных потоков, в то время как классические модели, такие

как, например, системы массового обслуживания, будут сохранять своё значение как концептуальные модели.

УДК621.374:681.511

МОДЕЛИРОВАНИЕ АГРЕГАТОВ СЕЛЬХОЗМАШИН В СИСТЕМАХ КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКИ

Т.А. Трохова, М.Л. Шишаков, В.Б. Попов

Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого

Появление на рынке специализированных САПР по-прежнему не снимает проблемы удобного, многофункционального, компактного и недорогого инструмента для моделирования динамики машин, позволяющего получать адекватные результаты, и который при этом может настраиваться, модернизироваться и модифицироваться самим пользователем. В качестве вычислительной среды, в которой возможно создание подобных систем моделирования, отвечающей вышеперечисленным противоречивым требованиям, авторы рассматривают системы компьютерной математики (СКМ).

К настоящему времени СКМ стали мощным и удобным инструментом компьютерного моделирования. Последние версии СКМ позволяют не только манипулировать вычислительными объектами, графической информацией и программными фрагментами, но и создавать полноценные проекты с мультимедийной поддержкой и удобным интерфейсом, доступным для широкого круга пользователей. Немаловажным аргументом в пользу СКМ как среды разработки программ моделирования динамики машин следует отнести возможность создания пакетов с прозрачным алгоритмом вычислений. СКМ, будучи массовым продуктом, по существу подвергаются ежедневному массивному тестированию. Коллективы их разработчиков – высокопрофессиональные математики и программисты, способные при необходимости в короткие сроки модифицировать программное обеспечение. Таким образом, продукты, созданные в среде СКМ, как правило, позволяют лучше понимать причинно-следственные связи в модели и могут помимо прочего выполнять роль инструмента осознанного тестирования (с точки зрения пользователя) и критической оценки результатов работы специализированных САПР. Это важно с той точки зрения, что приобретение дорогостоящей САПР – ответственный момент, к которому коллектив разработчиков должен быть методически подготовлен. Тем самым мы рассматриваем пакеты, создаваемые в среде СКМ, не только как альтернативу, но в ряде случаев и как предтечу перед

решением выбора дорогой специализированной САПР с целью возможного совместного их дальнейшего использования.

Таким образом, пользователи разрабатываемого пакета моделирования агрегатов сельхозмашин – инженеры-проектировщики конструкторских бюро, студенты профильных специальностей, для которых этап работы с пакетом может стать прекрасным уроком (подготовкой) перед использованием сложных дорогостоящих САПР.

Из существующих на сегодня около двух десятков СКМ авторы отдают предпочтение альянсу *Maple + MatLab&Simulink*, предполагая, что в дальнейшем все разработки будут вестись в среде *Maple*.

Агрегаты сельхозмашин в качестве основы предметной области моделирования выбраны в силу следующих причин:

- их блоки и узлы к настоящему времени тщательно классифицированы;

- соответственно, получены, классифицированы и в большинстве своём апробированы в классических системах программирования (Фортран, Си, Паскаль и т.д.) их математические модели и типовые задачи моделирования;

- задачи моделирования сельхозмашин обладают высокой степенью универсальности и, соответственно, могут быть адаптированы (тиражированы) и для иных классов машин;

- в математических моделях существует широкий класс линейных задач, которые накладывают специфику на создаваемый пакет.

К особенностям функциональной структуры пакета следует отнести наличие «банка символьных решений» – блока, хранящего аналитический вид моделей в общем виде. Наличие даже для небольшого количества моделей агрегатов символьных решений дает возможность ставить и решать оптимизационные задачи, создавать блоки в пакете Simulink, что повышает скорость и точность вычислений.

Пакет опробован для нескольких агрегатов, причем при реализации моделей были учтены такие характерные особенности, как широкий диапазон изменения как величины, так и скорости внешних возмущающих воздействий, нештатные режимы работы агрегатов. Наличие в пакете удобного пользовательского интерфейса позволяет быстро ввести большое количество исходных данных, выбрать параметры модели для исследования, просмотреть графические результаты моделирования в многооконном режиме.

Возможность быстрого внесения изменений в модели и манипулирования различными методами решения задач, получения как численных так в ряде случаев и аналитических результатов, в том числе и не только в каноническом виде, позволяет пользователю пакета без

применения больших и дорогостоящих систем САПР выполнять исследования на достаточном для прикладных задач уровне, приблизив развитый математический аппарат к работе инженера-проектировщика.

УДК 532.54+519.6

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ВОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

С.В. Шатохин, А.И. Заславский, О.В. Очкур, М.И. Железняк

Институт проблем математических машин и систем НАН Украины

Система поддержки принятия решений состоит из программных комплексов “Мониторинг”, “АСУД 2” и “Интегральная оценка качества воды”.

Система “Мониторинг” предназначена для сбора, хранения и интерпретации данных измерений характеристик поверхностных вод. На основе этих данных автоматически строятся разнообразные отчеты по заданным шаблонам. Результаты измерений могут обобщаться и выводиться в табличной и/или графической форме. Имеется возможность отслеживать превышения измеренными показателями санитарных норм. На основании исторических данных компоненты системы строят прогноз состояния поверхностных вод. Для прогнозирования используются два метода: линейная регрессия и метод сингулярного спектрального анализа. Первый метод дает возможность спрогнозировать данные, исходя из общего направления изменения данных (стабильность параметров, их увеличение или уменьшение). Второй метод дает возможность спрогнозировать данные с учетом сезонных колебаний и цикличности. Для отображения карты поверхностных вод использована геоинформационная система (ГИС). На карте нанесены все пункты измерений и места расположения водопользователей. Это дает возможность наглядно проследить путь распространения загрязнителей и, сравнив с историческими данными, предсказать появление и концентрацию этих загрязнителей в пунктах измерений ниже по руслу.

На основе информации, введенной с помощью системы “Мониторинг” программа “Интегральная оценка качества воды” проводит экологическую оценку качества поверхностных вод по соответствующим категориям и в результате выдает интегральную оценку качества воды. Эта оценка является составной частью нормативной базы для комплексной характеристики окружающей среды Украины, основой для оценки влияния деятельности человека на окружающую среду. С помощью этой оценки производится планирование водоохраных действий и оценка эффективности таких действий. Для каждого пункта

измерений возможно построение оценки по средним и наихудшим показателям. Имеется возможность построить интегральную оценку на основании информации за все годы измерения или за любой промежуток времени. Программа “Интегральная оценка качества воды” интегрирована в систему “Мониторинг”. Это дает возможность построения интегральной оценки на основании спрогнозированных данных. Эта информация является основанием для проведения водоохраных действий.

Система “АСУД 2” предназначена для управления каскадом водохранилищ на реке Днепр. Водные ресурсы Днепра используются для водоснабжения населенных пунктов, промышленного водоснабжения, орошения земель, гидроэнергетики, рыбного хозяйства, водного транспорта, рекреации. Требования к уровню воды в разных водохранилищах и скорости сброса воды в нижние бьефы различны для различных сфер народного хозяйства. Чтобы максимально учесть все эти требования, система проводит многокритериальную оптимизацию управления каскадом водохранилищ. Система использует как входные данные количество воды, поступающее из притоков, объемы осадков, испарений, фильтрации и затраты на водопользование. На основании прогноза Гидрометцентра выбираются входные данные из хранимых в базе данных. Пользователем задаются желаемые уровни воды и ограничения на уровень по каждому водохранилищу. Если после оптимизации полученные уровни не удовлетворяют пользователей, то имеется возможность пересчета задачи с учетом измененных данных. Результатом работы системы является план сброса воды для каждого водохранилища в указанные сроки.

УДК 621.374:681.511

СИМВОЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

М.Л. Шишаков, Т.А. Трохова

Беларусский государственный университет транспорта

Настоящая работа ориентирована в первую очередь на инженеров-проектировщиков линейных динамических технических систем (ТС) и студентов старших курсов, изучающих подобные системы.

Активное развитие систем компьютерной математики (СКМ), способных выполнять широкий спектр аналитических преобразований, позволяет формулировать и решать задачу применения символьных вычислений как в учебно-методической, так и в прикладной инженерной практике. Одно из основных достоинств моделирования в СКМ – прозрачность и лёгкость синтаксиса математических моделей (ММ) и

дальнейших вычислений, возможность приблизить математический аппарат к инженеру-проектировщику. При этом аналитические возможности СКМ позволяют работать с символьными моделями, что при проектировании ТС открывает совершенно иной по сравнению с традиционными САПР уровень проблематики: решение оптимизационных задач структурного и параметрического синтеза технических объектов.

Подобному подходу присущ набор недостатков, исчерпывающе перечисленный в [2]. Точка зрения авторов заключается в том, что большинство указанных в [2] проблем может быть решено уже в последних версиях наиболее мощных СКМ (например, Maple10), в состав которых вошли средства разработки пользовательского интерфейса.

Наиболее существенным недостатком (с точки зрения большинства инженеров) моделирования в СКМ по сравнению с традиционными объектно-ориентированными САПР является необходимость «ручного» математического описания модели, что для, видимо, большинства инженеров кажется задачей крайне сложной, если объект не описывается простейшей моделью.

Точка зрения авторов состоит в том, что подобная «боязнь» математики вполне преодолима. Апробация выдвинутого тезиса ведется исходя из следующих посылок: - ММ (в том числе символьная) в СКМ может быть получена в полуавтоматическом режиме; - для формирования ММ инженеру должно быть достаточно задать только топологию ТС и ММ элементов схемы (т.е. требования вполне посильные, иначе нет смысла что-то проектировать); - задачи моделирования рассматриваются с точки зрения теории управления; - при формировании уравнений ММ и описании сигналов и воздействий на ТС используется операторный метод; - основные свойства и характеристики ТС получаются из передаточных функций и операторных изображений фазовых переменных.

Реализация только вышеприведенных тезисов не решает всех проблем и задач моделирования ТС, но в значительной мере приближает математический аппарат к инженеру-проектировщику и позволяет ему самостоятельно их формулировать и решать.

Литература

1. Аладьев В.З., Шишаков М.Л. Автоматизированное рабочее место математика. – М: БИНОМ, 2002. - 608с.
2. Дьяконов В.П. VisSim+Mathcad+MATLAB. Визуальное математическое моделирование. - М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 384с.

3. Шишаков М.Л., Трохова Т.А., Прохорчик М.А. Электронная лаборатория символьного моделирования линейных систем. // Труды VI Международной научно-технической конференции «Компьютерное моделирование 2005».- СПб.:Издательство Политехнического университета, 2005. С.642 – 644.

АСПЕКТЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТОРГОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

К. Э. Яворский

*Полтавский национальный технический университет им. Юрия
Кондратюка*

Рассматриваемая Модель предварительного сбора заказов (Pre Selling) моделирует работу оптового торгового предприятия. Процесс работы предприятия заключается в следующих этапах:

1. Сбор торговым агентом заявок клиентов на товар и отправки данных заявок в офис с помощью беспроводного канала связи.
2. Обработка в офисе пришедших заявок, создание накладных, формирование заказов.
3. Доставка заказанных товаров клиенту.

При сборе заявок торговый агент следует определенному маршруту. Торговый агент имеет возможность влиять, в некоторой степени, на заказ клиента.

Каждый клиент характеризуется наиболее частым набором и объемом заказываемых товаров, периодичностью заказов, задолженностью перед предприятием. Клиент может изменить или отменить заявку.

Заявка имеет следующие параметры: клиент сделавший заявку, торговый агент принявший заявку, набор и объем заказанных товаров, скидка по товарам, время принятия заявки, необходимая дата поставки заказа.

На данном предприятии работают K торговых агентов. Предприятие имеет в своем распоряжении склады и автомобильный парк для поездок торгового агента и доставки заказов.

Целью создания данной модели является минимизация издержек, связанных с хранением продукции, организацией поставок, потерями от упущенной выгоды в результате нехватки продукции. В связи с тем, что объемы отдельных заявок могут отличаться, время их обслуживания на предприятии тоже становится случайным. Поэтому при частом поступлении заявок на предприятии может образовываться очередь клиентов, ждущих выполнения заказа. Если же заявки поступают редко,

или небольшого объема, то оборудование и персонал предприятия простаивают без дела. В первом случае предприятие несет убытки, связанные с тем, что клиенты могут не дождаться своей очереди и перейти к конкурентам, а также с тем, что ввиду очереди на складе требуется хранить большое количество продукции. Во втором случае простой оборудования ведет к упущенной прибыли, а также непроизводительным эксплуатационным расходам, затратам на аренду и т.д.

В результате эксперимента с такой моделью предприятие может существенно снизить свои издержки за счет правильной организации работ.

УДК 004.8

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

А. И. Якимов

*Государственное учреждение высшего профессионального образования,
Беларусь*

В настоящее время недостаточно развиты методы имитационного моделирования различных уровней деятельности промышленного предприятия и средства автоматизации планирования и проведения имитационных экспериментов с моделями сложных систем, интегрированных в структуру комплексной информационной системы предприятия.

В основу метода имитационного моделирования производственно-экономической деятельности промышленного предприятия положены следующие идеи: 1) формализация промышленного предприятия в виде сложной иерархической многоуровневой системы с координирующими элементами; 2) использование методологии IDEF0 для структурного анализа объекта моделирования; 3) декомпозиция системы на компоненты, процессы и активности на основе процессного способа формализации; 4) использование методологии объектно-ориентированного анализа и проектирования для составления программы имитационной модели; 5) использование алгоритмов случайного поиска, в частности, генетического алгоритма, для выбора рациональных решений; 6) применение информационной технологии XML для обмена данными между средствами системы имитационного моделирования; 7) использование технологии ADO.NET для интеграции с комплексной информационной системой предприятия.

Многоуровневая система S^ℓ промышленного предприятия на ℓ -м уровне описывается следующей символической конструкцией:

$$S^\ell \leftrightarrow \{w, S_0, \sigma\}^\ell,$$

где w^ℓ - функциональные действия элементов системы; σ^ℓ - структура, конструкция системы, S_0^ℓ - координатор на ℓ -м уровне, ℓ - индекс уровня, $\ell \in L$. Для системы S^ℓ с подсистемами ℓ -го уровня функциональные действия и структура представлены множествами, соответственно:

$$w^\lambda \leftrightarrow \{\tilde{w}, S_0\}^\lambda, \quad \sigma^\lambda \leftrightarrow \{S_0, \tilde{\sigma}\}^\lambda.$$

В разработанной модели производственно-экономической системы представлен уровень технологического процесса с процессами обеспечения контроля и регулирования технологических параметров в соответствии с регламентом, производственный уровень с распределением материальных потоков между подразделениями предприятия, уровень трудовых ресурсов, финансовый уровень, маркетинговый уровень с потоком заявок на продукцию и предложениями сырьевых ресурсов. При этом ставится проблема распределения задач вышестоящих уровней для обеспечения эффективного функционирования нижестоящих уровней.

Для решения поставленных задач моделирования используется программно-технологический комплекс имитации (ПТКИ) BelSim 2003 [1], обладающий методами и средствами проведения структурного анализа системы и протекающих в ней процессов. Имеется возможность интеграции модели в информационную систему предприятия с целью получения исходных данных для моделирования и использования модели в составе системы управления.

В докладе представлен пример использования разработанных методов и средств для маркетингового уровня промышленного предприятия.

Литература

1. Якимов А.И. Имитационное моделирование в ERP-системах управления / А.И. Якимов, С.А. Альховик. – Мн.: Бел. наука, 2005. – 197 с.: ил.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДВУХ МЕТОДОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ФИНАНСОВЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

И.Кравчук, Д. Трибушный

Институт проблем математических машин и систем НАН Украины

Анализ временных рядов применяется для определения структуры компонент и построения прогноза дальнейшей динамики на основании истории значений ряда. В следствии того, что большинство временных рядов являются результатами измерений, они обладают неким уровнем шума. Определение структуры ряда позволяет избавиться от зашумленной части и строить прогноз на основании только чистых данных, то есть основных компонент.

Существуют несколько различных подходов к анализу временных рядов. Один из них, Principal Component Analysis (PCA), строится на основе статической модели и представляет оптимальное линейное преобразование подпространства по принципу максимального отклонения или наименьших квадратов. Методы PLS и ICA, как усовершенствование метода PCA дали возможность избавиться от некоторых ограничений, таких как Гаусово распределение данных, и, дополнительно, заменить независимость случайных величин на более слабое условие некоррелируемости.

Альтернативным методом анализа рядов является подход Singular Spectrum Analysis (SSA). Принципиальным отличием нелинейного метода SSA есть то, что он строится на основе динамической модели и позволяет учитывать изменения поведения ряда внутри модели. В зависимости от одно- или многомерной структуры данных применяются модификации метода MSSA и CSSA.

Оба упомянутых метода строятся на основе анализа собственной структуры матриц, разложения их на независимые составляющие и восстановления их структуры на базе выбранного количества главных компонент. PCA анализирует ведущие компоненты ряда как статической матрицы, SSA проводит анализ матрицы автокорреляции S , которую формирует из временного ряда:

$$S = XX^T, X = [X^{(1)} : K : X^{(S)}],$$

$$X_j = (f_{j-1}; K f_{j+L-2})^T, 1 \leq j \leq N - L + 1,$$

где L - ширина шага метода, N - количество элементов ряда.

Выбранные методы применяются для анализа финансового временного ряда, отображающего относительные колебания среднемесячных цен на акции в период с 1997-2001 год.

$$F_i' = \frac{F_i - F_{i-1}}{F_{i-1}},$$

где F_i' - относительная цена за i -й месяц, F_i - средняя цена за i -й месяц.

Согласно общей методологии выявления информации в данных измерений ряд делится на две части: обучающую – 70% и контролирующую – 30%. Для анализа модели, построенной на базе обучающей части, применяются методы PCA и SSA и строятся прогнозы с шагом исследуемого ряда. Сравнение результатов прогнозов с реальными данными из контрольной части ряда показывает предпочтительность метода PCA или SSA на разных временных интервалах.

УДК 519.2

КОНЦЕПЦИЯ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОРТОГОНАЛЬНОСТИ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ В АНСАМБЛЕВОМ ФИЛЬТРЕ КАЛМАНА

Д.М. Трибушный

Институт проблем математических машин и систем НАН Украины

Задача усвоения данных (в зарубежной литературе Data Assimilation) часто возникает при моделировании физических процессов, для которых доступны данные измерений. Идея усвоения данных формулируется следующим образом. Процессы реального мира наиболее полно с качественной точки зрения описываются динамическими системами со стохастической компонентой. Прогноз вектора состояния, таким образом, дается в виде некоего распределения, в котором можно провести оценку математического ожидания (детерминированный «прогноз» – оценка вектора состояния) и среднее отклонение (оценка неопределенности – матрица ковариации). С другой стороны, измерения, поступающие в общую систему, обладают собственной неопределенностью. Идея усвоения данных состоит в формировании некоего «усреднения» данных измерений и прогноза модели, такого, которое минимизирует итоговую неопределенность вектора состояния.

Поскольку оценка и хранение полной информации о случайном распределении является дорогостоящей задачей, то был предложен упрощенный подход, состоящий в использовании только первых двух моментов случайного распределения: оценки математического ожидания и дисперсии (матрицы ковариации).

Популярной процедурой усвоения данных в линейных гауссовых дискретных динамических системах является фильтр Калмана, опубликованный в 1960 г. Описываемый простыми уравнениями матричной алгебры, фильтр не может быть применен к дискретным динамическим системам большой размерности, возникающим как следствие дискретизации уравнений гидро- тепло- динамики в сложных объектах. За последние 10 лет было предложено несколько экономичных по времени вариантов фильтрации – так называемые «субоптимальных» схемы фильтра Калмана. Экономное приближение состоит в аппроксимации ковариационной матрицы системы малым объемом информации. Дополнительно, как показали численные эксперименты, важно, чтобы оценка матрицы ковариации была симметричной неотрицательно определенной. Исходя из этих двух требований, возникли методы, работающие с приближением малого ранга квадратного корня матрицы ковариации.

Наиболее популярные подходы делятся на два класса:

- стохастический;
- детерминированный.

К первому относится класс так называемых *ансамблевых* фильтров (Ensemble KF), предложенных Evensen в 1994 году. В данном методе оценка моментов распределения проводится методом Монте-Карло. Преимуществом подхода является возможность его применения для нелинейных динамических систем с негауссовым шумом, в то время как среди недостатков подхода следует отметить небольшую скорость сходимости в зависимости от размерности ансамбля - $O(N^{-0.5})$.

К детерминированным субоптимальным фильтрам Калмана относят метод главных компонент матрицы ковариации (Reduced Rank Square Root Kalman filter, RRSQRT KF), предложенный Verlaan в 1995 году. Приближение матрицы ковариации проводится путем работы с малым числом главных компонент ее квадратного корня, что существенно уменьшает вычислительные затраты, при этом предлагая устойчивый метод усвоения данных, работающий в динамических системах с небольшой нелинейностью.

Данная работа рассматривает ансамблевый метод фильтрации. В подходе Монте-Карло используются псевдослучайные реализации случайного распределения, которые могут давать большие всплески в случае большой неопределенности задачи. Подобная проблема возникает, например, при моделировании последствий ядерной аварии – распространении загрязняющих веществ в ситуации большой неопределенности параметров выброса. Построение псевдослучайных

чисел на каждом временном шаге моделирования основано на генераторах псевдослучайных чисел, гарантирующих лишь *асимптотическую* независимость результатов.

Предлагается концепция *статистической* ортогональности (независимости) случайных векторов. В этой концепции проводится переформулирование предположений фильтра Калмана о взаимной *стохастической* независимости шумов динамической системы на всех слоях времени и шума измерений. Формулируется усовершенствованная процедура ансамблевого фильтра Калмана. В новом подходе на шаге моделирования динамики неопределенности проводится коррекция псевдослучайных векторов. В результате коррекции шумы удовлетворяют точным уравнениям статистической ортогональности. Тестирование данного подхода и сравнение его результатов со стандартным ансамблевым методом фильтрации Калмана проводится на задаче переноса концентрации загрязнения в одномерной речной сети, описываемой уравнением адвекции-диффузии.

УДК 681.3

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ИМИТАЦИОННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ОПАСНОГО ПРОИЗВОДСТВА

А.Н. Гончаров, А.В. Клименко, В.С. Смородин
Гомельский инженерный институт МЧС РБ

Предлагается организовать оперативное взаимодействие трех компонентов: системы принятия решений (SPRESH), имитационной модели технологического процесса опасного производства (ИМ ТПОП) и эксперта-технолога (EXPERT), которые функционируют параллельно реальному ТПОП и обеспечивают надежность работы оборудования.. Между EXPERTом и SPRESH реализован ряд взаимодействий, имеющих целью информировать эксперта о состоянии оборудования ТПОП и организацию резервирования или профилактики оборудования. От ИМ ТПОП в SPRESH поступает оперативная информация о ходе имитации ТПОП и состоянии оборудования в виде множества индикаторов наработки устройств оборудования, статистик имитации и множества откликов ИМ ТПОП.

В самой ИМ, представляющей собой агрегатную модель реализации вероятностного сетевого графика ТПОП, реализуются три вида внутреннего управления динамикой имитации ТПОП на основе процедуры Монте-Карло. Во-первых, это автоматическое резервирование устройств оборудования в тех случаях, когда наработка устройства

достигает критической величины. Во-вторых, в ИМ ТПОП организована ликвидация аварий последовательностью агрегатов восстановления нормальной ситуации в ТПОП. В-третьих, это технологическое резервирование, означающее изменение состава агрегатов-имитаторов микротехнологических операций (МТХО_{ij}) и структуры ИМ после возникновения аварий. Множество воздействий SPRESH на ИМ ТПОП предусматривает следующие воздействия на управляющую программу ИМ: переключение на режим профилактики всего оборудования; изменение шага наблюдения за статистикой имитации и формирование информации для построения графиков расхода во времени ресурсов ИМ ТПОП, а также диаграмм перехода компонентов ИМ из состояния в состояние, а также досрочный останов имитации n-го варианта состава ресурсов ИМ.

Важной статистикой имитации ТПОП является граф критических путей GRKRP_n, который формируется в результате наложения друг на друга элементов множества критических путей в 1-ых реализациях ИМ ТПОП $\{KRP_{lb}\}$. Оперативная статистика реализации ИМ ТПОП предоставляется EXPERTy, который принимает решение на основе классических критериев принятия решений в условиях неопределенности и риска.

УДК 681.3

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ РЕГИОНА

П. Л. Гируц, И.В. Максимей, Е.И. Сукач, О.И. Еськова

Гомельский государственный университет им. Ф.Скорины, Беларусь

Объектом исследования является n-ый вариант системы транспортных потоков региона, имеющей графовую структуру G_h , определяемый матрицами: пропускных способностей C_h ; расстояний L_h ; стоимости единицы пути движения транспортного средства Q_h ; начального потока X^0 . Существует множество входов в сеть $\{Z\}$ и выходов из сети $\{Y\}$. Определяется максимальный поток между узлами φ_{zy} , который распределяется по ветвям сети X_{zy}^k для случая, когда G_h представляет собой случайную величину. При этом определяется показатель затрат движения транспортных средств вдоль каждой ветви (Ф_{ij}), рассчитываемый с помощью матриц L_h, Q_h, X_{zy}^k . В докладе

излагается решение задачи с помощью имитационной модели (ИМ) путём поиска такого множества максимальных потоков $\{\varphi_{zy}\}$, которые имеют

$$\sum_{ij} \Phi_{ij}$$

минимальное значение в условиях наличия местных “противопотоков” транспортных средств на многих ветвях графа Gh. Вероятностный характер потоков транспортных средств, учёт показателя затрат всех транспортных средств на их движение в составе максимального потока не позволяют решать задачу о максимальном потоке с помощью известного алгоритма Форда-Фалкерсона. В докладе излагается способ модификации этого алгоритма, основанный на сочетании алгоритма с процедурой Монте-Карло (методом динамического программирования при конструировании в каждой итерации алгоритма Форда-Фалкерсона наименее затратной ветви к общему потоку, что по построению обеспечивает достижение для l-ой реализации процедуры Монте-Карло такого максимального потока φ_{zyl}

$$\sum_{ij} \Phi_{ijl}$$

при минимуме $\sum_{ij} \Phi_{ijl}$). Затем по каждому направлению (ZY) осуществляется усреднение этих характеристик по $l=1, \overline{N}$ - реализации. В

итоге по матрице средних значений $\|\overline{\varphi_{zy}}\|$ выбирается вариант, максимизирующий общий поток в сети Gh, а по матрице интегральных

затрат транспортных средств $\|\overline{\Phi_{zy}}\|$ оцениваются затраты на реализацию

этого максимального потока. В итоге определяются $\max \overline{\varphi_{zy}}$ при

$$\min \overline{\Phi_{zy}}.$$

Поскольку все эти матрицы распределены на одном и том же графе Gh, то можно покомпонентно сложить все матрицы для всевозможных направлений движения от Z до Y. Для поиска узких мест в Gh проводятся покомпонентные вычеты от матрицы пропускных способностей величины суммарного потока и определяется

$$\Delta \overline{X}_h = \left\| C_{ij} - \sum_{zy} \overline{x_{ijzy}^k} \right\|.$$

В тех местах, когда элемент этой матрицы будет иметь отрицательное значение, находятся “узкие места” в Ch . Аналогичным образом можно использовать ИМ для нахождения в Gh “узких мест”, определения максимальных потоков и оценки их интегральной “выгоды” для остальных направлений в сети.

УДК 004.942

**МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО
ОСОБЕННОСТЕЙ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ ВЫТЯНУТЫХ ВДОЛЬ
ДИПОЛЬНОЙ ОСИ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
МИКРОКРИСТАЛЛОВ СЕМЕЙСТВА Sn2P2S6.**

А.В. Дробнич

Закарпатский государственный университет

В последнее время наблюдается повышенный интерес к сегнетоэлектрическим микрокристаллам, в частности, как к перспективной базе построения устройств памяти. Представляемый материал открывает серию исследований методами Монте-Карло моделей сегнетоэлектрических микрокристаллов различной формы и размеров – включая нанотрубки и пленки. В данном докладе изучаются свойства иглообразных микрокристаллов семейства Sn2P2S6 [1].

В основу численного эксперимента положено дипольную модель сегнетоэлектрика Sn2P2S6 [2]. Согласно этой модели, четырем атомам Sn, которые представляют сегнетоактивную подрешетку, сопоставлены четыре диполя. Модельная решетка для микрокристаллов Sn2P2S6 состоит из $N \times 4 \times 4$ примитивных ячеек; $N \geq 4$ было взято для моделирования иглообразных, вытянутых вдоль дипольной оси микрокристаллов. Взаимодействие между диполями учитывалось точно, по классической формуле диполь-дипольного взаимодействия.

В результате расчетов методом Монте-Карло (алгоритм Метрополиса) было найдено, что основным состоянием микрокристаллов Sn2P2S6 при $N \geq 25$ есть сегнетоэлектрическая фаза. Основным состоянием при $N < 25$ есть метастабильная модулированная фаза. При $N \geq 25$ при варьировании температуры наблюдается фазовый переход второго рода между сегнетоэлектрической и параэлектрической фазой. Характер этого фазового перехода – обратимый: при повышении температуры сегнетоэлектрическая фаза переходит в параэлектрическую, при понижении – параэлектрическая в сегнетоэлектрическую. Эффективная температура фазового перехода ~ 9.7 , это значение немного ниже рассчитанного ранее [2] для макрокристаллов Sn2P2S6 ~ 10.6 .

При уменьшении «вытянутой» грани микрокристалла происходит структурный фазовый переход, близкий к первому роду из сегнетоэлектрической фазы в модулированную. Этот фазовый переход необратимый – при последующем увеличении «вытянутой» грани система часто оказывается в метастабильных модулированных состояниях при $N \geq 25$.

Разработанный алгоритм вычислений использован также для вычисления фактора Лоренца для моделей с приближенным учетом диполь-дипольного взаимодействия.

Ключевые слова: метод Монте-Карло, сегнетоэлектрик, дипольная модель.

Литература

1. Высочанский Ю.М., Сливка В.Ю. Сегнетоэлектрики семейства $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$. Свойства в окрестности точки Лифшица. Львов, 1994, С.

2. Drobnich A., Vysochanskii Yu. Dipole models of proper ferroelectrics NaNO_2 and $\text{Sn}(\text{Pb})_2\text{P}_2\text{S}(\text{Se})_6$. //Condensed Matter Physics. 1998. Vol. 1. P. 331.

УДК 629.4. 082.3

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ АНАЛИЗА ДИНАМИКИ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПассаЖИРОВ НА ГОРОДСКОМ ТРАНСПОРТЕ

И. В. Максимей, В. Н. Галушко, В. С. Могила, П. Л. Чечет

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, Беларусь

В отличие от известных попыток проектирования городской транспортной сети (ГТС) в качестве инструментария анализа динамики обслуживания пассажиров на ГТС предлагается использовать имитационную модель (ИМ) технологии обслуживания ГТС. ИМ ГТС отображает динамику поведения пассажиров в ГТС на высоком уровне детализации и использует процедуру Монте-Карло при решении задач эксплуатационного характера. При заданной структуре ГТС с помощью мониторинга формируется матрица корреспондентских пассажиров. Результаты мониторинга оформляются в виде распределения параметров поведения пассажиров и статистик использования в ГТС транспортных средств.

Динамическими элементами в ИМ ГТС служат подмодели поведения пассажиров. При поступлении в ГТС это транзакты сложной структуры, а затем «кортежи» транзактов в составе модели транспортного

средства (TRANSik), потом снова «кортежи» преобразуются в транзакты сложной структуры, поступающие в очереди на подмоделях остановок. Модели TRANSik с типовыми алгоритмами их поведения в качестве обслуживающих устройств с управлением представляют собой статические элементы ИМ ГТС. Использование процедуры Монте-Карло при имитации поведения вероятностных компонентов ГТС приводит к необходимости функции усредненных характеристик их поведения.

Иерархический характер построения ГТС и состав алгоритмов поведения компонентов ГТС определяют структуру ИМ ГТС в виде подмножества типовых параметризованных подмоделей, из которой можно оперативным образом конструировать варианты ИМ, характерные для конкретного города. Динамику появления пассажиров на остановках и их обслуживание отображается с помощью подмоделей имитаторов поступления пассажиров i-го типа на остановках номера г.

Поведение пассажиров и их обслуживание имитируется с помощью подмоделей пересадки на транспортные линии. Обслуживание пассажиров в троллейбусах имитируется множеством подмоделей транспортных средств номера к на 5-ой троллейбусной линии.

ИМ ГТС реализована с помощью программно-технологического комплекса имитации (ПТКИ) ГТС, который является предметно-ориентированным расширением системы моделирования MICIS. В состав ПТКИ ГТС входит: библиотека элементов ГТС, библиотека готовых параметризованных ИМ вариантов ГТС. Эти подмодели с помощью технологической оболочки комплекса позволяют без программирования оперативным образом конструировать исследователю-предметнику без программирования новые варианты ИМ ГТС.

УДК 004.94

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ: ПРИНЦИПЫ И СРЕДСТВА

В.Н. Томашевский

Национальный технический университет Украины «КПИ»

В докладе анализируются основные подходы к созданию непрерывных и дискретных моделей бизнес-процессов. Если рассматривать цели моделирования бизнес-процессов, то обычно оно применяется для реструктуризации производства, повышение качества производства, удовлетворение требований клиентов, снижение расходов на производство, создание новой продукции, снижения расходов на внешнюю и внутреннюю логистику. Процессный подход является одним из основных при моделировании бизнес-процессов и позволяет не только

спроектировать эти процессы посредством современных программных средств автоматизации проектирования, но и проверить спроектированные процессы, используя имитационные модели. Современные CASE технологии позволяют быстро построить модели бизнес-процессов.

Системы визуального имитационного моделирования такие как Stella и Ithink разработанные специально для развития умений формирования понимания и способности высказываться. Они разрешают быстро и просто создавать гипотезы и моделировать следствия их воплощения. Концептуально построить умственную модель можно с помощью причинно-следственных диаграмм с обратными связями и схем вида "фонд - поток". При моделировании процесс формирования первичных представлений предметной области можно свести к процессу "рисования" простейших идеограмм, используя структурные базовые элементы визуальных программных сред систем имитационного моделирования.

Для моделирования производственных процессов используют пакеты дискретного имитационного моделирования, такие как Арена, Flexsim, ISS 2000 и др. Такие пакеты имеют или специальные средства для моделирования конкретного оборудования. Ряд пакетов моделирования ориентированы на производство и логистику. Пакет ISS 2000 охватывает широкий класс моделей, которые позволяют моделировать дискретное сборочное производство, транспортные системы доставки грузов и перевозки пассажиров, документооборот, системы логистики, разного вида обслуживающие системы, коммуникационные системы и др.

Система моделирования ISS 2000 использует генератор программ [1], который создает имитационные модели на языке моделирования GPSS, что позволяет при необходимости квалифицированному пользователю изменить код программы, используя внешний редактор, например Notepad или Microsoft Word.

Современные программные средства имитационного моделирования позволяют не только автоматизировать процесс создания модели, но и организовывать эксперименты с ней. Поэтому в систему моделирования ISS 2000 встроены аналитические методы поиска узких мест до начала моделирования и методы для оценки точности результатов моделирования, которые включают следующие блоки: построение автокорреляционной функции; выполнение независимых повторных прогонов; использование эргодических и регенерирующих процессов; автоматической процедуры анализа имитационного моделирования.

Литература

1. Томашевский В.М. Моделирование систем. - К.: Видавнична група ВНУ, 2005. – 392 с.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КВАЗИРЕЗОНАНСНОГО ИНВЕРТОРНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ДЛЯ ДУГОВОЙ НАГРУЗКИ

И. Ф. Фельдшер

*Национальный университет кораблестроения им. Адм.Макарова,
Украина*

В электротехнологическом оборудовании предназначенном для термической резки, широко используют дуговой разряд. Электрическая дуга как нагрузка обладает существенно нелинейными и нестационарными характеристиками. Традиционно электропитание мощных воздушных плазмотронов осуществляется управляемыми тиристорными выпрямителями.

Основные проблемы эксплуатации таких установок связаны со значительной массой электрооборудования, недопустимо большими искажениями входных токов и противоречивыми требованиями к выбору индуктивности выходного дросселя. Так, для снижения уровня пульсаций выходного тока необходимо увеличивать индуктивность, но большие значения индуктивности усложняют процесс возбуждения дугового разряда.

Продвижение в электротехнологиях требует, чтобы электропитание имело высокую эффективность и энергетическую плотность. Размеры компонентов фильтра и изолированных преобразователей определены частотой переключения. Чтобы достичь высокой энергетической плотности, необходимо высокочастотное переключение. Однако, возрастание полученной частоты переключения при возрастании потери переключения уменьшает эффективность удовлетворяющий техническим условиям ШИМ конверторов. Это побуждает к внедрению новых более эффективных топологий преобразователей. Критериями их разработки, помимо объемной плотности энергии, выступают энергетика потребления (КПД, $\cos\phi$), надежность, ресурс работы, уровень создаваемых помех, электромагнитная совместимость, цена. Наиболее вероятным претендентом для решения поставленной задачи – одна из модификаций преобразователей с “мягким” переключением – по нулевому напряжению (Zero Voltage Switching, сокращенно ZVS). Преимуществами ZVS-схемы

являются, в первую очередь, меньшие потери на ключах в трансформаторе по сравнению с режимом HS – жесткого переключения, более низкий уровень создаваемых помех, возможность работы на более высоких частотах переключения. Во-вторых, обеспечение высокой надежности функционирования, электромагнитной совместимости с первичной сетью, максимизации производительности и минимизации удельных затрат электроэнергии. Поэтому в настоящее время актуальной задачей является широкое внедрение ZVS-преобразователей для питания дуговой нагрузки.

Новый преобразователь частоты с транзисторным квазирезонансным инвертором напряжения и управлением с помощью сдвига по фазе обеспечит близкой к предельной нагрузочную способность силовых ключей и надежность работы за счет формирования безопасных траекторий переключения с малыми коммуникационными потерями. Кроме того, позволим рационально выполнить схему силовой части системы управления, так как наиболее соответствует специфическим требованиям электротехнической нагрузки (максимизация производительности, минимизация удельных потерь, обеспечение электромагнитной совместимости).

Данные, полученные в результате анализа, позволяют рассчитать энергетические характеристики инвертора, синтезировать на выходе инвертора фильтр, цепи демпфирования, а также реализовать диагностику неисправностей в схеме.

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ ВАКУУМНОЙ СИСТЕМЫ УСТАНОВКИ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКИ

А.В. Хоминич

В этом докладе освещаются вопросы, связанные с диагностикой оборудования установки электронно-лучевой сварки. Аргументируется необходимость расширения используемой АСУ установки электронно-лучевой сварки интегрированной диагностической экспертной системой. Которая, позволит минимизировать время необходимое для восстановления работоспособности установки в случае какой-либо поломки оборудования. Только интегрированная диагностическая экспертная система, содержащая знания конструкторов и технологов установки, позволит эффективно использовать установку без регулярного привлечения разработчиков для поиска и устранения неисправностей.

Главным отличием экспертной системы от других программных средств является наличие базы знаний и механизма логического вывода решений и получения новых знаний на основе имеющихся. На примере

оборудования вакуумной системы, приводится описание хранения знаний экспертов в базе знаний экспертной системы установки электронно-лучевой сварки. В базе знаний вакуумного оборудования знания хранятся в виде продукционных правил, словосочетаний или отдельных слов, образующих семантическую сеть. Механизм вывода представляет собой программный комплекс, который на основе базы знаний и исходных данных вырабатывает определенные выводы (заключение). В экспертной системе применяется принцип независимости работы механизма вывода от содержания базы знаний, т.е. задается алгоритм обработки знаний, а не алгоритм решения задачи. Это позволяет изменять и дополнять знания.

Экспертная система диагностики оборудования установки электронно-лучевой сварки реализуется на основе методов и средств искусственного интеллекта. При этом осуществлено структурированное описание знаний и данных, необходимых для идентификации технического состояния диагностируемого оборудования вакуумной системы установки электронно-лучевой сварки.

СЕКЦІЯ 3
СУЧАСНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОГО ТА
ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ В
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

**МОДЕЛЮВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ З
БАГАТОЗНАЧНОСТЯМИ**

В.М. Білюга, О.С. Макаренко

Інститут прикладного системного аналізу НТУУ (КПІ), Україна

В даній роботі було досліджено модель нейронної мережі, в якій виникають багатозначні розв'язки. Для появи багатозначності в функцію активації нейрона введено випередження на один крок. Таким чином, якщо на вхід нейронного прошарку подати деякий вхідний вектор, то на виході цього прошарку буде не одне значення, як у випадку уже досліджуваних моделей, а декілька. Особливістю моделі є те, що багатозначність виходить завдяки сигмоїдальній функції, що моделює роботу штучного нейрона.

Для спрощення програмної реалізації за основу було обрано нейронну мережу Хопфілда з кусково-лінійною функцією активації, що також дає змогу аналітично дослідити поведінку моделі. В запропонованій моделі у функцію величини зовнішнього поля взаємодії введено також залежність від прогнозованого значення, яке може бути отримане на даному ітераційному кроці.

Рекурентне співвідношення даної моделі набуває наступного вигляду

$$x_j(n+1) = f\left(\sum w_{ji}x_i(n) - \alpha \sum w_{ji}x_i(n+1)\right),$$

що має вигляд системи нелінійних рівнянь відносно невідомого вектора $x(n+1)$, розв'язки якої і будуть виходами нейронного прошарку. На наступній ітерації процесу на прошарок подається по черзі окремо один від одного кожен вихід попереднього прошарку. Таким чином виходить розгалуження ітераційного процесу.

Для дослідження поведінки даної моделі було взято довільну матрицю вагових коефіцієнтів і на вхід системи подавалися різні вхідні значення.

При дослідженні аналогічних моделей виникає ряд проблемних питань: як навчати дані мережі, і що саме розуміти під процесом навчання, як інтерпретувати результат роботи мережі, оптимізація роботи мережі і т.п.

Розглянуті в роботі задачі виникли з розгляду деталізацій мережових моделей з роботи [1, 2], де наведені також можливі інтерпретації отриманих явищ в моделях великих систем.

Література

1. Макаренко А.С. Модели общественных явлений и сценарные подходы в принятии решений //Системні дослідження та інформаційні технології, 2003, № 3. - с.127-142.

2. Макаренко А.С. Системный анализ и моделирование социальных систем: новые возможности. //Актуальні проблеми економіки, 2004, № 9(39). – с. 79- 83.

УДК 004.94

ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

И. Б. Гавсиевич

Институт проблем математических машин и систем НАН Украины

Цель доклада: провести исследование адекватности выдаваемых опытных результатов распределенной системы имитационного моделирования, а также разработку и исследование с ее помощью моделей сложных систем.

Исследования адекватности разработанной распределенной системы имитационного моделирования (РСИМ) [1, 2] будем проводить на основе теории массового обслуживания [3, 4], так как эта теория хорошо разработана, и известны ее важные аналитические зависимости. Имитационная модель (ИМ) одноканальной системы массового обслуживания (СМО) с однородным потоком приведена на рис. 1.

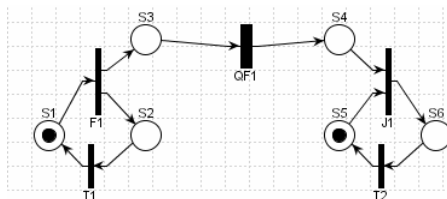


Рис. 1. ИМ одноканальной СМО с однородным потоком

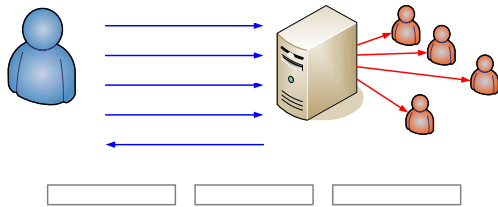


Рис. 2. Назначение аппаратно-программного комплекса оповещения абонентов

Управление пользо
Управление списк
Управление сообще

Исследования распределенной системой имитационного моделирования на основе моделей СМО показали, что разработанная система выдает корректные результаты.

Пользователь

Запуск уведомле

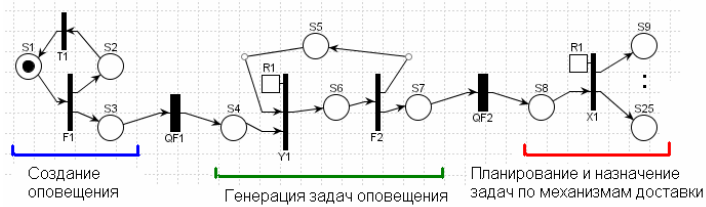
Проверка результ

Назначение аппаратно-программного комплекса оповещения абонентов показано на рис. 2. ИМ аппаратно-программного комплекса оповещения абонентов приведена на рис. 3.

При исследовании ИМ аппаратно-программного комплекса оповещения абонентов использовались следующие параметры.

Голос

- Создание оповещения: в системе работает от 1 до 15 пользователей; генерация оповещения 1 раз в 5 мин.
- Генерация задач оповещений: 750 задач за 1 секунду.
- Количество механизмов доставки: от 1 до 15.
- Количество ресурсов в 1 механизме: от 1 до 30.
- Время оправки SMS-сообщения и сообщения электронной почты 8 – 10 сек.
- Время отправки голосового сообщения 20 – 40 сек.



а) ядро системы оповещения

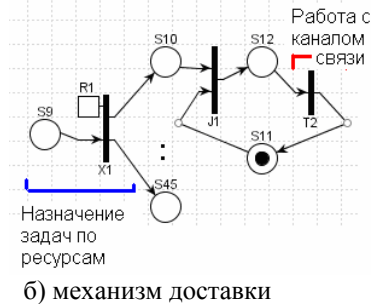


Рис. 3. ИМ аппаратно-программного комплекса оповещения абонентов

Исследование моделей аппаратно-программного комплекса оповещения абонентов позволило проверить механизмы взаимодействия программных компонент, а также оценить эффективность использования различных методов планирования и назначения задач. Так, например, для одного пользователя наиболее эффективно использовать простой метод планирования задач, когда для свободного механизма / ресурса выбирается любая готовая задача оповещения. В случае 10 – 15 пользователей необходимо использовать сложный метод планирования задач, когда для свободного механизма / ресурса выбирается пользователь с максимальным приоритетом (приоритеты меняются циклически), затем оповещение с максимальным приоритетом (приоритеты также меняются циклически), а только потом любая готовая задача оповещения. Использование такого метода позволяет равномерно выполнять задачи всех пользователей.

Литература

1. Литвинов В.В., Казимир В.В., Гавсиевич И.Б. Распределенная система имитационного моделирования на основе архитектуры CORBA // Математичні машини і системи. – 2000. – № 2,3. – С. 111-114.
2. Литвинов В.В., Казимир В.В., Гавсієвич І.Б. Алгоритм паралельного виконання та синхронізації Е-мережі // Математичні машини і системи. – 2005. – № 4.– 13 с.
3. Гнеденко Б.В., Коваленко И.Н. Введение в теорию массового обслуживания. – М.: Наука, 1987. – 336 с.
4. Матвеев, В.Ф., Ушаков, В.Г. Системы массового обслуживания. – М.: МГУ, 1984. – 240 с.

**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ ТРАФИКОМ В СЕТЯХ С ТЕХНОЛОГИЕЙ
MPLS/ATM НА ОСНОВЕ ПРОГНОЗИРУЮЩЕЙ МОДЕЛИ**

Ю. П. Зайченко, Хаммуди Мухаммед Али-Аззам

Институт прикладного системного анализа НТУУ (КПИ), Украина

Одной из важных задач, возникающих при организации управления трафиком в сетях ATM/MPLS, является проблема управления трафиком и контроль возникающих перегрузок. Основная цель системы управления трафиком (СУТ) – это максимальное удовлетворение требований пользователей (соединений) по обеспечению заданного качества передачи: средней задержки и доли потерянных ячеек и недопущения перезагрузок, а в случае их появления – принятие оперативных мер по их устранению.

При управлении трафиком категории ABR используются различные алгоритмы управления на основе обратной связи (back feed) использующие специальные служебные ячейки управления – прямые FRM (forward resource management) и обратные BRM (backward resource management).

С целью повышения качества (эффективности) управления трафиком на основе ОС в сетях MPLS/ATM предлагается использовать прогнозирующую модель, позволяющую на основе текущей информации о текущей скорости передачи источника и загрузки буферов прогнозировать рациональную скорость передачи источника в будущий момент времени. .

Поэтому цель настоящей работы - исследовать эффективность СУТ в сети ATM с использованием нейросетевой прогнозирующей модели.

Была разработана *имитационная модель*, которая позволяет наглядно проследить работу сети с использованием различных методов управления трафиком на основе технологии MPLS и измерить необходимые параметры. На основе разработанной имитационной модели были проведены измерения процента потери ячеек и сравнения с разными алгоритмами управления трафиком.

В докладе приводятся и анализируются результаты моделирования сети, в ходе которого варьировались алгоритмы управления трафиками и методы организации буферов.

Анализируя полученные результаты моделирования, можно сделать вывод, что метод управления с прогнозирующей моделью (Predicted) позволяет эффективно контролировать возникающие в сети перегрузки, исходя из показателя доли потерянных ячеек. Также этот

метод позволяют более гибко настраивать сеть для достижения оптимальных для конкретной сети параметров: средняя задержка сети, процент отброшенных ячеек и число успешно переданных пакетов путем варьирования значением порога заполненности буферов коммутаторов.

УДК 681.324

ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ С ТЕХНОЛОГИЕЙ MPLS ПРИ ОГРАНИЧЕНИЯХ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ

Ю.П. Зайченко, Ашраф Абдель-Карим Хилал Абу-Аин

Институт прикладного системного анализа НТУУ (КПИ), Украина

MPLS является универсальным решением проблем обеспечения заданного уровня QoS, стоящих перед современными сетевыми технологиями, она обеспечивает высокую скорость передачи, масштабируемость, контроль, оптимизацию распределения трафика, а также маршрутизацию.

Важной задачей, возникающей при проектировании сетей MPLS, является задача синтеза оптимальной структуры сети при ограничениях на установленные значения показателей качества QoS обслуживания и живучести для различных классов потоков (Class of Service - CoS).

Целью настоящей работы является развитие ранее полученных результатов на новый класс сетей с технологией MPLS и разработка алгоритма синтеза структуры сетей при ограничениях на заданные значения показателей качества.

2. Постановка и математическая модель задачи.

Задано множество узлов сети $X = \{x_j\} \quad j = \overline{1, n}$ - маршрутизаторов MPLS, их размещение по территории региона, набор

пропускных способностей каналов связи $D = \{d_1, d_2, \dots, d_k\}$ из которых

ведется синтез и их удельных стоимостей на длины $C = \{c_1, c_2, \dots, c_k\}$,

определены классы обслуживания CoS (Class of Service), известны

матрицы входящих требований для k-го класса $H(k) = \|h_{ij}(k)\|$

$i, j = \overline{1, n}$, $k = 1, 2, \dots, K$, где $h_{ij}(k)$ - интенсивность k-го класса, который необходимо передавать из узла i в узел j в единицу времени (Кбит/с).

Кроме того, введены ограничения на показатели качества QoS для каждого класса k в виде ограничения на среднюю задержку $T_{зад,k}$, $k = \overline{1, K}$ и установлены требования на уровни показателей живучести каждого класса $P_{k,зад}[y]$.

Требуется найти структуру сети в виде набора каналов связи (КС) $E = \{(r, s)\}$, выбрать пропускные способности (ПК) каналов связи $\{\mu_{rs}\}$ и найти распределение потоков всех классов $F(k) = [f_{rs}(k)]$ таким образом, чтобы обеспечить передачу требований всех классов $H(k)$ в полном объеме и с задержками $T_{ср}$, не превышающими заданные $T_{зад}$ и при этом выполнялись бы ограничения на установленные показатели качества обслуживания, а стоимость сети была бы минимальной.

Данная задача синтеза относится к классу комбинаторных задач дискретного программирования и является NP-полной задачей. Поэтому в работе для её решения предлагается генетический алгоритм структурного синтеза.

В докладе приводятся результаты экспериментальных исследований предложенного алгоритма синтеза структуры сетей MPLS.

УДК 62.50

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАДАЧИ АДАПТАЦИИ БАЙЕСОВСКИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ К НОВЫМ ДАННЫМ

С.А. Катеринич

Институт прикладного системного анализа НТУУ (КПИ), Украина

Байесовские нейронные сети (БНС) как инструмент моделирования явились возрождением байесовских методов.

Основой байесовской нейронной сети является вероятностная сеть, которая состоит из двух элементов: графическая структура сети и вероятностная спецификация сети. Именно графическая структура, которая обеспечивает ряд преимуществ при моделировании и визуализации результата моделирования, обусловила высокий интерес к данному инструменту.

Наиболее часто при моделировании используют алгоритмы построения ориентированных нециклических сетей с дискретными

переменными. Данные условия продиктованы проблемами, связанными с вычислительной сложностью построения и обучения сети.

В общем случае алгоритмы обучения байесовских нейронных сетей относятся к типу greedy search, т.е. их вычислительная трудоемкость может достигать экспоненциальной сложности, так как задача обучения БНС изначально относится к NP-классу. Это определяет тот факт, что использование БНС в системах реального времени (например, мониторинга), требующих пересчета результатов работы алгоритма вследствие получения новых данных, возможно в случае достаточно большого запаса по времени между моментами прихода последовательных пакетов данных.

Таким образом, появляется объективная необходимость адаптации имеющихся результатов моделирования к новым данным. Такой подход должен снизить временные затраты, поскольку алгоритмы обучения либо обрабатывают весь пакет данных целостно, что при непрерывном увеличении количества наблюдений в базе данных приводит к экспоненциальному уменьшению производительности, либо инкрементно обрабатывают каждое наблюдение, что при больших объемах данных или высокой интенсивности их поступления также является неприемлемым.

В общем случае задача адаптации байесовской нейронной сети к новым данным также является NP-сложной задачей. Поэтому разработка алгоритмов адаптации требует детального многоуровневого анализа данной задачи с позиции системного подхода, который должен включать рассмотрение задачи как на концептуальном уровне, так и на уровне конкретной реализации алгоритма. Анализ задачи на каждом уровне может обеспечить дополнительные теоретические и практические результаты, использование которых может повысить эффективность разрабатываемого алгоритма. Так, при анализе задачи на концептуальном уровне необходимо определить множество подходов и соответствующих им множество концептуальных решений, ветвлений и интерпретаций задачи. Это определяет стратегическое направление решения задачи. Множество тактических направлений адаптации может быть получено на этапе анализа конкретно выбранной стратегии. При разработке конкретной реализации алгоритма необходимо наиболее целостно анализировать и использовать имеющиеся наработки в области обучения байесовских сетей таких, как использование различных видов переменных, многоуровневых стратегий оптимизации, критериев качества, ограничений направлений поиска, стратегий выделения наиболее перспективных претендентов и пр.

Класс адаптивно-порождающих аппроксимаций функций появился сравнительно недавно и во многом обязан появлению базовых последовательных итерационных формул. Но итерационные формулы для вычисления функций используются не столь часто, как многочленные, дробно-рациональные и другие виды аппроксимаций. Особое место занимают наилучшие (минимаксные и среднеквадратичные) аппроксимации, разложение функций по ортогональным многочленам, цепные дроби и т.п.

Отличие «простых» аппроксимаций от базовых последовательностей итерационных формул (формул с произвольным порядком сходимости) состоит, прежде всего, в том, что первые для функций одной переменной являются однопараметрическими, а вторые – двухпараметрические, т.е. содержат помимо переменной и начальное либо текущее приближение функции.

Этот второй параметр и делает эти функции адаптивными, т.е. приспособленными к условиям применения. Отметим, что свойством адаптивности обладают и сплайн либо сегментные аппроксимации. Но адаптивность в этом случае достигается за счет разбиения исходного интервала на подынтервалы и выбор подходящих аппроксимирующих выражений для отдельных интервалов либо единого для всех подынтервалов.

Адаптивность сужения исходного интервала за счет вложения каждого последующего подынтервала в предыдущий может быть получена с помощью рекуррентных соотношений, которые могут быть использованы не только для непосредственного вычисления функций, но и для приведения некоего произвольного интервала изменения аргумента вычисляемой функции к некоторому «стандартному» достаточно малому интервалу.

Отметим, что широко используемая в практике интерполяция функций также является одной из разновидностей адаптивной аппроксимации, решающая в основном две задачи – получение значения функции в промежуточных точках, отличных от узлов интерполяции и восстановление аналитического вида функции на основе таблично заданной.

Как видим, адаптивность проявляется как оптимизации полученной точности и сложности вычислений за счет выбора

аппроксимирующего выражения так и/или сужения исходного интервала изменения аргумента.

Но помимо вышеперечисленного, адаптироваться также к виду перерабатываемой информации, т.е. целочисленные и/или, натурные вычисления, комплексные, матричные, точные дробно-рациональные целочисленные вычисления, двоичные, восьмиричные, десятичные, шестнадцатиричные и прочие вычисления, а также счет с произвольной значностью.

Особо чувствительны к виду системы счисления итерационные методы «цифра за цифрой». Методы для вычисления с произвольной значностью в основном используют итерационные и рекуррентные формулы, а также простые целочисленные либо с ограничением константы. В некоторых случаях возникает необходимость в вычислении констант с произвольной разрядностью в процессе вычисления функции.

Основу адаптивно-порождающих аппроксимаций функций составляют методы разложения по невязкам.

Суть методов разложения функций по невязкам изложен в монографиях [1-3] и справочнике [4]. Там излагается ряд обобщенных постановок адаптивных аппроксимаций функций, изложенных выше, а также приведены методы оптимизации системы “начального приближения + итерационная формула”, получение начальных приближений с различными нормами погрешности (минимаксные, среднеквадратичные, обеспечивающие совпадение моментов и специальные нормы, основанные на невязках). При этом используются ряд оригинальных методов получения наилучших приближений. Включая экономичные аппроксимации, методы понижения и т.п.

Особое место занимает получение методов табулирования функций непосредственно из разложений функций по невязкам, сегментная, нониусная и телескопические аппроксимации, основанные на невязках и получившие дальнейшее развитие в сплай-аппроксимациях, где используются ядра [5].

На основе разложения функций по невязкам достаточно легко получать выражения для вычисления обратных функций. Наиболее просто эти выражения получаются за счет метода обращения ряда невязок полученного для «прямой» функции, хотя имеются и прямые методы получения таких приближений.

Теоретически все методы разложения функций по невязкам обладают как свойством адаптации к внутренним и внешним условиям применения, так и эффектом порождения.

Эффект порождения частных эффективных алгоритмов из общих наиболее наглядно проявляется в концептуальных положениях

построения базы знаний для вычисления функций [2, 6] на основе адаптивных порождающих алгоритмах и конкурирующих алгоритмов, для которых не существуют в настоящее время адаптивно-порождающих методов.

Наиболее эффективно получение адаптивно-порождающих алгоритмов на основе разложений функций по невязкам и получение на их основе необходимых информационных технологий. Включая элементы имитационных моделей процессов, можно на основе методов компьютерной алгебры. Некоторые примеры реализации такого подхода приведены в работе [7].

В заключение приведем в качестве примера простой подход получения разложения функции $y = x^\alpha$ по невязкам.

Для этого рассмотрим уравнение

$$z = F(x, y) = 0, \quad (1)$$

т.е. функция $y = f(x)$ для $x \in [a, b]$ задана в неявном виде.

Вместо уравнения (1) рассмотрим уравнение

$$z_0 = F(x, y_0), \quad z_0 \in [\alpha, \beta], \quad (2)$$

где y_0 - приближенное значение функции $y = f(x)$ на заданном интервале; z_0 - невязка уравнения $F(x, y) = 0$, т.е. $\lim_{y_0 \rightarrow y} z_0 = 0$.

Начальное приближение выбирают таким образом, чтобы оно достаточно просто вычислялось и обеспечивало существенно сужение исходного интервала, т.е. $|\beta - \alpha| < \dots < |b - a|$.

При выполнении условий теорем о неявных функциях в некоторой окрестности точки (x_0, y_0) уравнение (1) является разрешенным относительно одной из переменных.

Так, для функции $y = x^\alpha$ и невязки $z_0 = x/y_0^{1/\alpha} - 1$ на основе обобщенного функционального уравнения, приведенного в работе [4], получим

$$y = (1 + z_0)^\alpha \quad (3)$$

Разложив выражение (3) в ряд Тейлора-Маклорена, получим

$$y = y_0(1 + \alpha z_0 + (\alpha(\alpha - 1)/2!) \cdot z_0^2 + (\alpha - 1)(\alpha - 2)/3! \cdot z_0^3 + \dots)$$

для $|z_0| < 1$.

Разложив выражение (3) в цепную дробь, получим

$$y = y_0 \left(1 + \frac{\frac{1}{\alpha} z_0 \left(1 - \frac{1}{\alpha} \right) z_0 \left(1 + \frac{1}{\alpha} \right) z_0}{1 \quad 2 \quad 3} \right)$$

Аналогично можно получить разложение выражения (3) на основе аппроксимации Паде, минимаксных приближений и т.д.

Аналогично можно использовать и невязку

$$z_0 = y_0^{1/\alpha} / x - 1.$$

Для разложения по ортогональным многочленам, взяв $z_0 = 1 - y_0 x$, можно записать

$$x^{-1} = y_0 \left(\left(1 / \sqrt{1 - \beta^2} \right) \left(1 + 2 \sum_{k=1}^{\infty} P^k T_k(u_0) \right) \right),$$

где $u_0 = z_0 / \beta$, $|\beta| = \max |z_0|$, $z_0 \in [-\beta, \beta]$, $u \in [-1, 1]$. Остаточный член $R_{n-1} = 2P^n / (1 - P) \sqrt{1 - \beta^2}$.

Итерационные формулы могут быть получены, если оставить несколько членов ряда невязок и сделать замены: $y = y_i + 1$, $y_0 = y_i$, $z_0 = z_i$.

Формулы для табулирования функций аналогичны итерационным формулам, только дополнительно делаем замену $x = x_i + 1$.

Особый интерес для использования имитационных моделей представляют адаптивно-порождающие алгоритмы для вычисления интегралов вероятностей и квантилей различных распределений [4]. В целом адаптивно-порождающие аппроксимации получают дальнейшее развитие, благодаря использованию методов компьютерной алгебры.

Литература

1. Благовещенский Ю.В., Теслер Г.С. Вычисление элементарных функций на ЭВМ. – Киев: Техника, 1977. – 208 с.
2. Попов Б.А., Теслер Г.С. Приближение функций для технических приложений. – Киев: Наукова думка, 1980. – 352 с.
3. Теслер Г.С. Новая кибернетика. – Киев: Логос, 2004. – 404с.

4. Попов Б.А., Теслер Г.С. Вычисление функций на ЭВМ: Справочник. – Киев: Наукова думка, 1984.- 600с.

5. Попов Б.А. Равномерное приближение сплайнами. – Киев: Наукова думка, 1989. – 272 с.

6. Теслер Г.С. Построение базы знаний на основе порождающих алгоритмов // Разработка и внедрение цифровых вычислительных комплексов и систем распределенной обработки данных: Сб. научных трудов. – Киев: Институт кибернетики АН УССР, 1986. – С. 21–27.

7. Попов Б.А. Розв'язування математичних задач у системі комп'ютерної алгебри MAPLE5. – Київ: ВіР, 2001. – 312 с.

УДК 004.738

ИТЕРАТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ АДАПТИВНОЙ КОРРЕКЦИИ РЕЖИМОВ ПЕРЕДАЧИ МУЛЬТИМЕДИЙНОГО ТРАФИКА

В.И.Марущак

Национальный авиационный университет, Украина

В настоящее время в рамках создания единых транспортных платформ (ТП) интеллектуальных сетей (ИС) развернуто более десяти Европейских проектов, в которых наряду с созданием и развитием новых широкополосных технологий (АТМ) успешно решаются задачи интеграции с существующими узкополосными (Frame Relay) технологиями при создании единой ТП под глобальную сеть Internet с технологией TCP/IP.

Для успешного решения задачи интеграции необходимо поднять эффективность сетей FR за счет модификации их децентрализованных компонент управления – локальных интерфейсов управления (ЛИУ, LMI). Для решения этой задачи в свою очередь требуется иметь достаточно развитую инструментально-технологическую систему (ИТС) моделирования.

В докладе предлагается базовый фрагмент ИТС итеративного моделирования процессов коррекции протоколов ЛИУ.

Один из этапов работы заключается в первичном моделировании процессов коррекции передачи при появлении сбоев для нахождения оптимальной длины кадра, при известной интенсивности сбоев, учитывая накладные затраты на передачу служебной информации.

При первичном моделировании (аналитическом) доля $P_{mn}(t_{mn}, T_{дон})$ своевременно переданных пакетов оценивается как:

$$P_{nn}(t_{nn}, T_{don}) = 1 - [\exp(-\lambda_k T_{don})] \frac{\sum_{i=0}^{n-1} (\lambda_k T_{don})^i}{i!}. \quad (1)$$

Второй этап работы заключается во вторичном имитационном моделировании как средстве повышения точности анализа.

Имитационная модель позволяет снять ряд ограничений принятых ранее и учесть дополнительные факторы (затраты времени на подключение резерва и передачу служебных данных) при воспроизведении процесса.

В следствии предлагаемое итеративное моделирование является развитием процесса моделирования от первичной аналитической модели (1) до вторичной имитационной.

УДК 681.3

ТЕХНОЛОГІЇ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ З ВІДКРИТИМ КОДОМ ЯК ПЛАТФОРМА ДЛЯ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ГЕТЕРОГЕННИХ РОЗПОДІЛЕНИХ КЛАСТЕРНИХ СИСТЕМ

Ю.О. Момотюк

Національний авіаційний університет, Україна

Майже завжди при проектуванні розподілених кластерних систем виникає потреба в оцінці їх оптимальності. Для отримання даних для такої оцінки необхідно побудувати систему, що дозволила б максимально легко провести імітаційне моделювання кластеру в умовах максимально наближених до реальних.

Сучасні кластерні системи (в тому числі і обчислювальні кластери) безсумнівно є складними системами, моделювання яких лише аналітичними методами практично неможливо. Особливо це стосується гетерогенних (неоднорідних) розподілених систем. Неоднорідність таких систем може проявлятися як у використанні різних операційних систем так і у використанні різних апаратних платформ..

Взаємодія процесів на різних вузлах теж може профілюватися засобами профілювання розподілених процесів MPI. На рівні абстрактного розподіленого процесу ми повністю керуємо його виконанням і можемо точно побудувати його модель в ідеальному середовищі. Однак часові затримки самого MPI чітко не детерміновані. Це пов'язано як із загальною реалізацією MPI, так і з часовою невизначеністю, що вносить ядро операційної системи. Кожна ОС, що використовується має свої алгоритми планування і задачі, що виконуються у фоні, конкуруючи з процесом MPI. І кінець кінцем, кожна

ОС має своє реалізацію стеку комунікаційних протоколів, яка має відповідно свої особливості.

Отже, можна зробити висновок, що розподілену задачу має сенс розглядати лише в контексті використаних програмних та апаратних засобів розподіленої системи. Крім того загальна швидкодія кластерної системи залежить не тільки від апаратного забезпечення, а й від використаної ОС та її налаштувань.

Саме для оцінки роботи всього програмного комплексу кластеру пропонується використовувати технологію віртуалізації. Даний підхід забезпечує декілька переваг, а саме:

Не має необхідності у використанні декількох фізичних обчислювачів. Хоча використання конкретних комп'ютерів, що будуть входити до складу кластеру може дати більш точні результати, на початкових етапах проектування кластеру вони можуть бути недоступні, або їх використання не доцільне.

Висока налаштовуваність та масштабованість. Конфігурація та кількість віртуальних машин та налаштування віртуальної мережі значно швидше змінюється оператором.

Можливість відкату. Кожна віртуальна машина може мати «еталонний» образ диску до якого в разі потреби можна повернутися значно швидше ніж за допомогою процедури відновлення з резервної копії

В якості засобу віртуалізації пропонується ПЗ з відкритим кодом QEMU.

Як показали випробування QEMU на платформі FreeBSD з увімкненим акселератором `kqemu` загалом повільніша за VMWare на 3-10%. Однак відкритість платформи та можливість загалом більш прогнозованої за часом програмної емуляції, на мою думку більше відповідає поставленій задачі.

Можливості QEMU:

- програмна емуляція декількох процесорних платформ платформ;
- можливість часткового використання апаратної емуляції для IA32 за допомогою акселератора `kqemu`;
- програмна емуляція SMP;
- відкритість вихідних кодів;
- можливість створення віртуальної мережі з заданою топологією.

На даний момент підтримуються для програмної емуляції наступні платформи;

- Intel IA32;
- Intel IA64;
- IBM Power PC;

- ARM;
- Sun MIPS.

В якості платформи для запуску віртуальних машин пропонується ОС FreeBSD 5.x. Вибір FreeBSD в якості платформи для серверу віртуалізації продиктована наступними вимогами для такої ОС:

Щонайбільша швидкодія;

Можливість збирання дистрибутиву з заданою функціональністю;

Наявність можливостей та засобів на лаштування та профілювання віртуальних інтерфейсів.

Для оцінки швидкодії FreeBSD відносно Linux використовувалися відкриті результати тестів, а також дані профілювання розподіленої задачі MPI, що виконувалась на типовій віртуальній машині, яка в свою чергу працювала під керуванням Linux, або FreeBSD. Загалом за результатами випробувань FreeBSD виявилася швидшою на 3-5%.

FreeBSD має відкриті вихідні коди та велику налаштовуваність. Це дозволяє на її основі створити такий сервер віртуалізації, який би максимально відповідав поставленим вимогам. В ОС лишаються лише ті компоненти, які необхідні для роботи QEMU та функціонування самої системи.

Для отримання інформації для оцінки швидкодії та оптимальності кластеру до системи мають бути додані або створені засоби профілювання та аналізу трафіку віртуальної мережі, а також профілювання самих віртуальних машин, що вкупі з профілюванням інтерфейсу MPI у віртуальних машинах має надати інформацію необхідну для оцінки оптимальності модельованої конфігурації кластеру та мережної взаємодії розподіленої задачі.

Необхідно створити ПЗ для керування всіма етапами функціонування віртуальної машини, а також централізованого збирання даних отриманих профілюванням віртуальних машин та аналізом трафіку віртуальної мережі.

Отже побудова серверу віртуалізації загалом і засобами наведеними вище дозволить:

1. Протестувати конкретну розподілену задачу на роботу у гетерогенному середовищі.

2. Проаналізувати роботу мережної взаємодії при різних конфігураціях мережі кластеру.

3. Проаналізувати ефективність алгоритмів балансування навантажень на основі даних профілювання всередині та ззовні віртуальних машин, а також трафіку віртуальної мережі.

4. Оцінити відносну швидкодію вузлів на одній платформі, але під керуванням різних ОС. Так, запустивши дві віртуальні машини однієї процесорної платформи з засобами профілювання задачі всередині них, ми можемо отримати відносну швидкодію цієї задачі під керуванням різних ОС.

УДК 658.012.56

ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И АЛГОРИТМИЗАЦИИ В СИСТЕМАХ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОННЫХ ТЕКСТОВ

А.Е. Литвиненко, А.В. Шевченко, А.А. Чербунин
Национальный авиационный университет, Украина

Интеграционные процессы, присущие современному периоду развития мировой цивилизации, внедрение мощных средств телекоммуникаций, тотальная компьютеризация всех сфер человеческой деятельности поставили множество качественно новых задач в научной области, которая находится на стыке компьютерных технологий и лингвистики.

Одной из них является задача сравнительного анализа электронных текстов. Она возникает каждый раз, когда появляется потребность в выявлении совпадений или логических противоречий в текстовых документах.

С проблемой поиска совпадений в текстах человечество сталкивается в тех сферах своей деятельности, где конечным результатом является текстовый документ. Это, в первую очередь, образование, наука, законотворчество, патентоведение, инновационная и другая деятельность, связанная с защитой интеллектуальной собственности.

Вторая проблема – проблема выявления логических противоречий в текстовых документах – лежит, главным образом, в плоскости профессиональных интересов различных юридических и информационно-аналитических организаций.

Национальным авиационным университетом совместно с научно-производственным предприятием «Авиа-Центр» создана компьютерная система сравнительного анализа электронных текстов, предназначенная для выявления совпадений в текстовых документах.

Система осуществляет сравнительный анализ электронных текстов, написанных на украинском, русском, английском и других языках. Система способна распознавать совпадения в разных текстах, несмотря на изменения порядка чередования слов в предложениях и использование синонимов.

Результатом сравнительного анализа является выделение фрагментов анализируемого текста, совпадающие с другими (базовыми) текстами, которые хранятся в базе компьютера или выставлены в сети Интернет.

Проведенные исследования позволили очертить следующие основные проблемы построения компьютерных систем сравнительного анализа текстовых документов:

1. Создание общей теоретической базы лингвистических исследований средствами компьютерных технологий.

2. Разработка методов и алгоритмов содержательного структурирования текстовых документов, автоматического формирования ключевых словосочетаний и аннотаций.

3. Разработка методов и алгоритмов количественного оценивания содержательных совпадений среди сравниваемых текстов при наличии формальных отличий.

4. Разработка методов и алгоритмов автоматического преобразования текстов к инверсным формам.

5. Разработка методов и алгоритмов извлечения знаний из электронных текстов и их представления в виде логико-лингвистических моделей, семантических сетей, фреймовых структур, продукционных правил или других подобных формализмов.

Очевидно, все перечисленные проблемы лежат в плоскости искусственного интеллекта. Частично они уже решены, но до теоретических обобщений еще далеко. Характер этих проблем таков, что для их решения необходима концентрация усилий не только специалистов по компьютерным технологиям, но и профессионалов-филологов, математиков, философов.

Для дальнейших исследований в рассмотренном научном направлении необходимо создание в сети Интернет национального специализированного мультязычного поискового сервера, предназначенного для решения задач компьютерной лингвистики.

АССОЦИАТИВНАЯ ПАМЯТЬ В ЗАДАЧАХ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИЙ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СОЦИАЛЬНОГО РОБОТА

Д.В. Новицкий

Разработка интеллектуальных роботов – один из самых интересных и перспективных разделов современного искусственного интеллекта. В этой области в последнее время бурно развивается направление социальной робототехники: создание таких роботов, которые не только способны решать интеллектуальные задачи, а еще и ведут себя

таким образом, что могут общаться с людьми и вступать с ними в эмоциональный контакт. Одни из первых работ в этом направлении – [1,2] – посвящены роботу Кисмет, имитирующему поведение ребенка.

Одной из ключевых задач социальной робототехники является распознавание эмоций по выражению лица [3]. Информация о последовательности эмоциональных состояний собеседника используется для генерации эмоций робота, что создает эффект понимания и «активного слушания». В данной работе предлагается использовать алгоритмы нейронной ассоциативной памяти (НАП) для моделирования зависимости между последовательностями выражений лица человека и робота. Алгоритмы разработаны в расчете на применение с роботом в виде головы женщины по имени Эва, разработанным Д. Хэнсоном [4]. Данный робот имеет реалистичные черты лица, и снабжен 36 сервомоторами для точного воспроизведения мимики.

В начале, изображения лица, снятые камерами в глазах робота, подвергаются преобработке методом “Active Appearance Model” [5]. С его помощью каждое выражение лица удастся описать 40-60 вещественными признаками, позволяющими судить об его эмоциональном значении. Последовательность таких векторов является входом НАП, а ее выходом служит последовательность эмоциональных состояний робота. Предлагаемый алгоритм основан на псевдоинверсной НАП и ее модификациях [6], также применяется нейросеть [7], допускающая обобщение данных.

Предлагаемые алгоритмы реализованы на MS Visual C++ и Matlab с использованием библиотек OpenCV и AAMLib. В настоящее время программное обеспечение, реализующее описанные алгоритмы, находится в процессе разработки. Результаты экспериментов с участием реального робота и его собеседников-людей будут темой дальнейших публикаций.

Литература

1. C.Breazel, B. Scasclati. How to build robots that make friends and influence people. MIT AI Lab, 1999
2. C.Breazel, B. Scasclati. Infant-like Social Interactions between a Robot and a Human Caregiver. Adaptive Behaviour, 8(1), 2000
3. Marian Stewart Bartlett, Gwen Littlewort, Ian Fasel, Javier R. Movellan, "Real Time Face Detection and Facial Expression Recognition: Development and Applications to Human Computer Interaction.," cvprw, p.

53, 2003 Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshop - Volume 5, 2003.

4. D Hanson, A Olney, S Prilliman, E Mathews, M Upending the Uncanny Valley - Proc. of the 20th National Conf. on Artificial Intelligence ..., 2005

5. I. Matthews and S. Baker. Active Appearance Models Revisited. International Journal of Computer Vision, Vol. 60, No. 2, November, 2004, pp. 135 - 164.

6. Reznik A.M Non-Iterative Learning for Neural Networks. Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks. (Washington DC), July 10-16, 1999

7. D.W.Nowicki, O.K. Dekhtyarenko, "Averaging on Riemannian Manifolds and Unsupervised Learning using Neural Associative Memory" Proc. ESANN 2005, Bruges, Belgium, April, 27-29.

УДК 004.4'2

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ СОЗДАНИЯ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

С.В. Семенец

Институт проблем математических машин и систем НАН Украины

Задача создания комплексной системы предназначенной для автоматизации процесса проектирования и реализации прикладных программ для МС на сегодняшний день является актуальной и востребованной т.к. методы и алгоритмы, позволяющие учесть в процессе проектирования особенности архитектуры мобильной платформы являются более эффективными, если применять их в совокупности. Такая система была построена на базе инструментального CASE-средства Rational Rose и включила в себя программный каркас ОС Windows CE, подключаемого модуля и генератора исходного кода, в рамках модуля.

Взаимодействие разработанных подсистем обеспечивает поддержку создания программного обеспечения для МУ на различных стадиях жизненного цикла: использование каркаса на этапе проектирования, модуля на этапе анализа требований и построения структуры программной системы и использование генератора на этапе реализации

Для учета особенностей проектирования программных компонентов мобильных систем в работе предлагается расширить функциональность CASE-средства Rational Rose. С этой целью был разработан подключаемый модуль к Rational Rose и создан программный каркас Windows CE.

Использование модели спецификации UML и наличие автоматического генератора позволило сократить трудоемкость конечной реализации мобильной программной системы. Кроме того, разработчик получил возможность построения различных вариантов системы с разными наборами параметров производительности и выбора из них лучшего, пользуясь, таким образом, преимуществами итеративного процесса разработки.

В докладе рассмотрены вопросы разработки и применения комплексной системы поддержки создания приложений для мобильных устройств. Система позволяет учитывать особенности проектируемого приложения на ранних стадиях жизненного цикла программного обеспечения.

УДК 004.4:004.94

СИСТЕМА ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЗАСОБАМИ СІТОК ПЕТРІ

І. В. Стеценко, О.В. Бойко

Черкаський державний технологічний університет

Сітки Петрі є універсальним засобом формального опису процесів, що відбуваються у дискретно-подійних системах. Проте через велику кількість елементів, які потрібні для опису навіть простих процесів, моделювання засобами сіток Петрі не набуває такої популярності серед науковців, як моделювання процесів обслуговування об'єктів. Дійсно, існує багато орієнтованих на обслуговування технологій моделювання систем таких, як Agha, Extend, GPSS. Широко відомих розробок технологій моделювання, які базуються на сітках Петрі, не існує.

Постановка задачі. Проблема насамперед полягає у тому, щоб зробити представлення систем сітками Петрі більш зрозумілим, наближеним до реальних процесів, що відбуваються. Розширення поняття сітки Петрі (у межах її математичного визначення) дозволить збільшити круг задач, що підлягають моделюванню. Використання сіток Петрі для цілей імітаційного моделювання може стати більш поширеним, якщо розробити гнучку технологію імітаційного моделювання систем, що забезпечує зручність введення моделі, її перевірки та корекції, коректний алгоритм імітації, зручність спостереження за результатами моделювання.

Результати. Математично структуру сітки Петрі представляють за допомогою матриць [2]. В роботі [3] запропоновані загальні підходи до моделювання систем за допомогою сіток Петрі із часовими затримками і виділені декілька рівнів складності сіток Петрі: 1) елементи матриці входів та виходів є детерміновані числа; 2) залежать від випадкового

числа, закон розподілу якого відомий; 3) залежать від вектора маркірування; 4) залежать від значення керуючого параметру; 5) залежать від часу t .

Перші два рівня складності – це класичні сітки Петрі. Інші три рівня пропонуються для того, щоб розширити можливості сіток Петрі і збільшити ефективність їх використання для цілей імітаційного моделювання.

Запропоновано введення інформаційних зв'язків між елементами сітки Петрі. Інформаційний зв'язок між вхідною позицією та переходом означає, що наявність фішок в заданій кількості потрібна для виконання умови запуску переходу, але при запуску переходу фішки із такої вхідної позиції не віднімаються. Доведено, що введення інформаційних зв'язків зменшує кількість позицій та переходів, необхідних для представлення моделі, робить модель більш зрозумілою і наближеною до змісту реальної системи.

Математично інформаційний зв'язок між j -позицією (назвемо її умовно „дозвіл”) та i -переходом сітки Петрі описується матрицею входів, яка залежить від поточного маркірування:

$$D^{-}_{ij}(M) = \begin{cases} 1, & \text{if } M(\text{дозвіл}) = 1 \\ 1000000, & \text{else} \end{cases},$$

де $M(\text{дозвіл})$ - маркірування позиції „дозвіл”, 1000000 – велике число, що забезпечує невиконання умови запуску переходу.

Розширене таким чином поняття сітки Петрі стало основою для розробки нової системи імітаційного моделювання складних систем. Елементи, які ускладнюють реалізацію сіток Петрі на EOM, і які реалізовані в системі імітаційного моделювання PTRSIM: наявність часових затримок; наявність конфліктних переходів; наявність розгалужень зв'язків; залежність кількості зв'язків від маркування всієї сітки Петрі; наявність інформаційних зв'язків; залежність кількості зв'язків від керуючого параметру.

Алгоритм імітації сітки Петрі складений на основі об'єктно-орієнтованого підходу. Основними об'єктами моделі являються об'єкти «вершина», «перехід» та «лінія зв'язку». Кожен об'єкт має процедури для власної візуалізації згідно вказаних параметрів. Лінія зв'язку, що йде від вершини до переходу, може бути задана як інформаційна. Фішки з вхідної позиції інформаційної лінії зв'язку не віднімаються.

Процедури, пов'язані з імітацією сітки, належать об'єкту „перехід”. Присутність часових затримок обумовлює розділення процедури запуску переходу на початкову та кінцеву. Значення часової затримки може бути задане як детермінована величина, так і випадкова

величина із рівномірним, нормальним чи експоненціальним законом розподілу.

Імітаційне моделювання систем засобами сіток Петрі неможливе без розв'язання проблеми конфліктних переходів – переходів, що мають спільні вхідні позиції. Розроблена система дозволяє реалізувати запуск конфліктних переходів двома способами. Перший спосіб – запуск переходів згідно заданих пріоритетів. Якщо ж пріоритети конфліктних переходів однакові або не указані, то використовується другий спосіб – запуск переходів згідно указаних ймовірностей запусків переходів. Переходи, які конфлікують, знаходяться системою автоматично і запускаються згідно указаних параметрів пріоритету. Якщо модель сітки Петрі не має конфліктних переходів, їх перевірка може бути відключена.

Система забезпечена зручним графічним інтерфейсом введення моделі. Конструктивними елементами моделі є позиції, переходи та зв'язки сітки Петрі. Розробник моделі обирає піктограми елементів за допомогою миші і розміщує їх в робочу область. Передбачена можливість збільшення або зменшення масштабу зображення моделі, а також прокрутки зображення для перегляду різних частин систем, якщо вона не може поміститися на екрані. Позиції, переходи і зв'язки в режимі анімації динамічно змінюють свій колір і параметри у ході імітації по мірі просування модельного часу, який також представлений на екрані монітора. Елементи управління анімацією дозволяють прискорити або уповільнити її перебіг, а також зупинити моделювання і внести зміни в модель «на ходу».

Статистичні можливості системи забезпечують підрахування для об'єктів типу «вершина» мінімального, максимального та середнього значення маркування, для об'єктів типу «перехід» - мінімального, максимального та середнього значення розміру буферу запуску, сумарного значення часу роботи переходу та середнього завантаження переходу. Позиції та переходи, для яких повинні збиратися статистичні дані, указуються розробником моделі як об'єкти моніторингу. Для кожного вибраного показника створюються також графіки змінювання в залежності від часу моделювання.

Висновки. Система імітаційного моделювання PTRSIM забезпечує зручний і зрозумілий графічний інтерфейс введення моделі, що формалізована засобами сітки Петрі; використання інформаційних зв'язків між елементами моделі; анімацію імітаційного моделювання (для цілей верифікації моделі та навчальних цілей); коректний алгоритм імітації; представлення результатів моделювання в графічному. Система може використовуватись як у навчальних цілях так і в науково-дослідницьких.

Література

1. Кельтон В., Лоу А. Имитационное моделирование. Классика CS .3-е издание. – СПб.: Питер; Киев: Издательская группа BHV, 2004. – 847с.
2. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. М., 1984. – 270 с.
3. Стеценко І.В., Данилюк А.А. Імітаційне моделювання систем управління засобами сіток Петрі // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – Черкаси, 2005. - №3. – С.293-295.

UDK 004.434

IMPLEMENTATION OF INTERPRETER OBJECT ORIENTED DESIGN PATTERN ON BASIS OF XML LANGUAGE

V. Tukur, O. Drobnych, Y. Plakosh
Zakarpatsky State University

This paper describes programmatic issues and solutions while implementing XML-based[1] Interpreter[3] Object Oriented Design Pattern[4]. Aims and usage of such Interpreter are presented. Language elements and their implementation for Java 2[2] are described.

We are representing academic project named mappinG_Ray which is XML[1] based scripting language for broad usage developed on Java 2[2] language. It is not an independent standalone script language but rather specification and implementation of Interpreter[3] design pattern[4] for your Java code as a whole. It is a mean for controlling your classes in some way. The specific of this control type is that it is scripted. Your mappinG_Ray code is not an ordinary source code, because it is not compiled, but interpreted. You can change the behavior of your system without recompilation, just by changing script sources. mappinG_Ray doesn't pretend to replace Java – it is just another way to work with its objects. mappinG_Ray is based on Java reflection[5].

Originally, mappinG_Ray was developed as XML specification and sequence of operators corresponded to tags with attributes. Why not in ordinary text form? Using of XML give some advantages. First of all, it is much easier to create code processing system when data (code) is held in XML, because there are great amount of XML parsers available, which are easy in use and understanding. So it is simple to create own mappinG_Ray processing engine for client programmer, if some implementation of parsing and evaluation system doesn't satisfy his needs. Besides, the idea was to make mappinG_Ray extensible. Extensibility is a basic feature of XML document. Known tag is

processed. Unknown tag is ignored. The same rule is for operators. Known is recognized and executed and unknown stays untouched.

It is worth to admit that mappinG_Ray suggests a large variety of operations to use in the code. Actually, it gives you an ability to implement any algorithm you want by supporting linear, conditional and cyclic structures.

References

1. Paul Spencer. XML design and implementation. – Wrox. – 1999. – 426p.
- 2 Bruce Eckel. Thinking in Java. Third Edition. – Prentice Hall. – 2003. – 820p.
3. Bruce Eckel. Thinking in Patterns. – Prentice Hall. – 2002. – 520p.
4. Э.Гамма, Р. Хелм Р. Джонсон Дж. Влссидес. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования. – Питер. – 2001. – 344с.
5. Ira R. Forman, Nate Forman. Java Reflection in Action. – Manning. – 2004. – 300p.

УДК 004.415 (045)

МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ДОВІЛЬНИХ ВІДПОВІДЕЙ У КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ ТЕСТУВАННЯ ЗНАТЬ

Л.М.Бадьоріна

Впровадження прогресивних форм навчання та розвиток сучасних інформаційних технологій створює об'єктивну необхідність переходу до комп'ютерного тестування знань студентів. При цьому на перший план встає задача автоматичного оцінювання знань студентів. Ця задача є достатньо простою, якщо студенту пропонується вибрати один чи декілька правильних відповідей з заданого набору варіантів, але значно ускладнюється, якщо процедура тестування передбачає формулювання розгорнутої відповіді у довільній формі, тобто власними словами на природній мові. В останньому випадку оцінювання знань студентів можливо лише шляхом порівняльного аналізу тексту відповіді з заданим еталонним текстом та визначення їх релевантності. При цьому повинні враховуватись всі можливі словотворні форми, терміни предметної області та граматичні структури висловлювання відповіді з використанням синонімів. Це, в свою чергу, вимагає розробки теоретико-множинної моделі уявлення знань на основі синонімії термінів предметної області за допомогою операцій над множинами.

Метод, що пропонується, дозволяє визначати релевантність еталонного визначення і відповіді студента з урахуванням синонімії понять.

Підхід заснований на припущенні, що знання предметної області визначається її тематичним словником, умінням правильно розставити слова, тобто дати коректне формулювання понять предметної області, що має саме значеннєвий збіг або семантично близьке значення з тлумаченням даного поняття в тезаурусі предметної області. При цьому враховується, що фактичне формулювання терміна предметної області може бути не у виді однозначної послідовності термінів мови предметної області (твердого формулювання), а з використанням синонімічно близьких понять і термінів (тобто формулювання, що відповідає інфологічній моделі досліджуваного терміна у свідомості того, якого навчають).

Терміни і визначення якої-небудь предметної області являють собою підмножину загальної мови. Завдання полягає в тім, щоб вибрати таку підмножину, у якому зберігалася б властивість загальної мови: будь-яке поняття предметної області повинне виражатися через інші елементи цієї ж підмножини. Іншими словами, термінологічна підмножина мови предметної області успадковує всі ознаки його множини, що її породила – загальну національну мову.

Мова як сукупність лінгвістичних одиниць (слів) являє собою повну замкнуту множину елементів. Мається на увазі, що будь-яке поняття мови можна виразити через інші елементи цієї ж множини.

Використовуючи діаграми Ейлера-Венна, можна умовно представити мову у виді деякої замкнутої частини простору, кожна крапка якого являє собою визначену лінгвістичну одиницю (слово, привід, знак і т.п.).

Загальна кількість слів і словоформ у будь-якій природній мові обмежено в силу загальних об'єктивних принципів побудови самої мови. Тому можна стверджувати, що з математичної точки зору кожна така множина, так само як і її підмножини, є кінцевою множиною, тобто має кінцеве число складових його елементів.

Розроблена теоретико-множинна модель уявлення та контролю знань на основі синонімії між термінами предметної області, яка дозволяє вирішити задачу обчислення релевантності двох речень на природній мові, представлених у виді вільного тексту з довільної кількості слів. За допомогою використання чисельного показника k синонімії термінів для обчислення показників синонімічної релевантності еталонної відповіді та відповіді можливо аналізувати та контролювати знання.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕ-ФАКТОРОВ В КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ЭКСПЕРТНЫХ ЗНАНИЙ

Е.П.Ильина

Институт программных систем НАН Украины

Термин НЕ-факторы был введен А.Нариньяни [1] для обозначения свойств знаний, противоположных тем, которые декларируются в традиционных системах их организации. При этом отмечалось главенство рассмотрения прагматики такого фактора (особенностей естественного знания, приводящих к таким свойствам знания формального), по отношению к построению его формальной семантики.

При работе с концептуальной моделью (КМ) знаний, представляющей [2] экспертную точку зрения VP_i на предметную область принимаемых решений, выделение и анализ НЕ-факторов особенно актуальны. Оперирование ими используется в аналитическом сопровождении экспертиз, функции которого составляют прагматику НЕ-факторов.

Актуальными НЕ-факторами в данной КМ являются следующие:

1. Незавершенность знаний о концепте C , проявляемая семантически параметром неопределенности в определении C . Прагматически создает предпосылки к восприятию дополняющих точек зрения на C .

2. Несовместность C с множеством C' . Семантически проявлена отношением CONTR [2], предикат которого идентифицирует нарушение аксиом КМ. Снижает значимость использования C в аргументации, если касается элементов одной VP . Делает невозможным заимствование в VP_i концепта из VP_j , образом которого является C

3. Неактуальность концепта C' , синтаксически связанного с C , для его объяснения. Основана [2] на отношении EXP входимости C' в семантическое поле C . Позволяет игнорировать различия в понимании концептов из постановки проблемы, не влияющие на ее решение.

4. Нерелевантность VP_i и VP_j по концепту C (на базе [2] отношения понимаемости UND). Влечет невозможность заимствования C . Служит поиску элементов для исключения из постановки проблемы.

5. Неадекватность понимания в VP_i C из VP_j (на базе отношения сходства SIM). Служит поиску критических точек постановки при подготовке второго тура экспертизы.

6. Некомпромиссность концептуальных трактовок результата. Опирается на отношение направленного влияния концептов [2] INFL,

отношения EXP, CONTR, UND, а также на метризацию их вкладов в систему интересов экспертов. Определяет возможность использования одной из трактовок результата как общей, либо построения обобщенного решения по индивидуальным мнениям, полученным на базе разных моделей.

7. Необщность контекста решения проблемы (семантические основания аналогичны предыдущему фактору). Влечет решения по включению справочных и нормативных информационных объектов, а также эталонов верификации результатов из VPi в общую среду решения. Позволяет судить об учетности общих сведений и ограничений в индивидуальных мнениях.

Таким образом, формализация и анализ специальных НЕ-факторов концептуального экспертного знания обеспечивает выполнение основных функций онтологически-ориентированного аналитического сопровождения экспертиз.

Литература

1. А.С. Нариньяни. НЕ-факторы: неточность и недоопределенность – различия и взаимосвязь // Тр. Междунар. семинара Диалог'99 по компьютерной лингвистике с ее приложениями. Таруса, 1999, т.2 – С. 207-210.

2. Е.П. Ильина. Задачи и методы аналитического сопровождения экспертиз в партисипативных процессах стратегического управления // Проблемы программирования. – 2006. – №2-3. – С. 421-430.

УДК 519.6

МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ПОВЕДЕНИЕМ ИНДИВИДУУМОВ В УСЛОВИЯХ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

Н.И. Калита

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Одна из важнейших задач эффективного управления социально-экономическими (организационными) объектами является управление группами людей. Группы людей присутствуют в структуре объекта управления, являясь его составной частью (различные социальные и профессиональные группы индивидуумов), и в контуре управления как лицо, принимающее решение – индивидуум или группа индивидуумов, имеющих право принимать окончательные решения по выбору одного из нескольких управляющих воздействий.

В различных отраслях науки накоплен определенный опыт по проблеме управления поведением индивидуумов, однако интенсивное использование компьютеризованных информационных систем требует формализации этой проблемы. Модель поведения индивидуума предложена на основе теории полезности и учитывает: 1) количественные значения объективных частных характеристик альтернативы $k_i(x)$, $i = \overline{1, n}$; 2) субъективные характеристики индивидуума как объекта управления – предпочтения, или относительные безразмерные коэффициенты важности a_i частных характеристик, $0 \leq a \leq 1$, $\sum_{i=1}^n a_i = 1$ [1]. Поведение индивидуума понимается как выбор и

реализация альтернативы (решения) x^0 из допустимого множества X , имеющей наибольшую привлекательность (полезность)

$P(x) = \sum_{i=1}^n a_i p_i[k_i(x)]$ относительно достижения поставленной цели.

$$x^0 = \arg \max_{x \in X} \sum_{i=1}^n a_i p_i[k_i(x)], \quad (1)$$

где $p_i[k_i(x)] = \left[\frac{k_i(x) - k_{i_{нх}}}{k_{i_{нл}} - k_{i_{нх}}} \right]^{\alpha_i}$ - изоморфная функция полезности

частной характеристики, $k_{i'}$, $k_{i''}$ - соответственно наихудшее и наилучшее значения i -й характеристики на множестве X , α_i - показатель нелинейности.

Однородная социальная группа состоит из индивидуумов, имеющих общую цель. Тогда такой группой можно управлять, используя модель (1). Из модели поведения (1) следует, что управление поведением заключается в том, чтобы сделать наиболее привлекательной заданную альтернативу x^3 , изменяя предпочтения индивидуума a_i , объективные частные характеристики заданной альтернативы $k_i(x^3)$, или комбинируя эти два способа. Очевидно, что для решения таких задач требуются затраты материальных ресурсов (будем рассматривать моноресурс) R , которые направляются на изменение предпочтений (обозначим их r_{1i}) и

объективных частных характеристик (r_{2i}) с целью повышения привлекательности заданной альтернативы $P(x^3)$, причем

$$\sum_{i=1}^n (r_{1i} + r_{2i}) \leq R. \text{ Зависимости эффекта от затрат } a_i = f_{1i}(r_{1i}) \text{ и}$$

$k_i(x) = f_{2i}(r_{2i})$ представляют собой производственные функции, которые в общем случае описываются логистической кривой [2]. Решение

задачи управления поведением требует идентификации предпочтений a_i^0 до начала управления. В [3] предложены процедуры идентификации с использованием методов экспертных оценок и компараторной идентификации. Сформулированы задачи и соответствующие математические модели управления поведением однородной социальной группы индивидуумов в стационарных условиях:

задача определения минимального количества ресурса и стратегии его распределения для достижения наибольшей привлекательности заданной альтернативы ;

задача максимизации привлекательности заданной альтернативы

$x^3 \in X$ и определения стратегии использования заданного ограниченного количества ресурса;

общая задача.

Внешняя среда Q характеризуется множеством параметров $Q = \{q_m\}$, $m = \overline{1, M}$, где q_m определяются особенностями предметной области и решаемых задач. Вследствие изменения параметров q_m , в задачах 1, 2, 3 может изменяться: количество альтернатив N , предпочтения индивидуумов a_i , количество и значения частных характеристик $k_i(x)$, количество ресурсов R . Тогда сценарий поведения внешней среды $Q(t)$ представляется, как $Q(t) = (N(t), a_i(t), k_i(x, t), R(t))$, а в моделях распределения ресурсов в условиях нестационарной внешней среды учитываются как ограничения

$$P(x^3, Q, t) > P(x_j, Q, t), \quad \forall x_j \in X, \quad j = \overline{1, N-1}; \quad \sum_{i=1}^n (r_{1i} + r_{2i}) \leq R(t),$$

$\sum_{i=1}^n a_i(r_{1i}, t) = 1, \quad 0 \leq a_i(r_{1i}, t) \leq 1,$ а полезность альтернативы

представляется как $P(x^3) = \sum_{i=1}^n a_i(r_{1i}, t) p_i[k_i(x^3, r_{2i}, t)].$

Задачи 1, 2, 3 решаются для всевозможных сценариев поведения внешней среды, и из полученных опорных решений $r_{\zeta}^0 = \{r_{\zeta i}^0\}_{i=1, \overline{n}}$ для ζ -го сценария, $\zeta = \overline{1, \Sigma}$, формируется платежная матрица. Выбор оптимальной стратегии распределения ресурсов осуществляется по одному из известных критериев принятия решений [4].

Литература

1. Овезгельдыев А.О., Петров К.Э., Петров Э.Г. Постановка задачи управления поведением социальной группы//Проблемы бионики: Всеукр. межвед.науч.-техн. сб. – 1999. – Вып.50. – С.66-70.

2. Петров Э.Г., Калита Н.И. Модели управления поведением индивидуумов однородной социальной группы в стационарных условиях//Вестник ХНТУ. –2005. –№1(21). –С,73-77.

3. Петров Э.Г., Калита Н.И. Методы оценивания вектора предпочтений индивидуумов//Проблемы бионики: Всеукр. межвед.науч.-техн. сб. – 2003. – Вып.58. – С.27-35.

4. Петров Э.Г., Калита Н.И.. Задачи распределения ресурсов в нестационарных условиях//Тр. 10-ой Междунар. конф. «Теория и техника передачи, приема и обработки информации», Харьков: Изд.-полигр. центр ХНУРЕ. –2004. –С.82-83.

УДК 621.8:681.5

ГРАФЫ МОДУЛЬНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

А.А. Галинская, М.Э. Куссуль

Институт проблем математических машин и систем НАН Украины

В последнее десятилетие, в области использования искусственных нейронных сетей активно развивается модульный подход. Модульные сети, в частности, позволяют разбивать сложные задачи распознавания на простые подзадачи, решаемые отдельными модулями или подсетями, и конструировать решение проблемы в целом, как совокупность решенных подзадач.

Применение модульных нейронных сетей требует решения нескольких проблем, как частного, так и общего характера. К проблемам частного характера относятся вопросы выбора архитектуры модульной сети. К проблемам общего характера относятся способы объединения разнотипных алгоритмов в единую модульную сеть, порядок пересчета и методы обучения модульных нейронных сетей.

Под способами объединения разнотипных алгоритмов в единую сеть мы подразумеваем правила передачи данных между модулями сети. Большинство вопросов, связанных с передачей данных, решено в программном симуляторе модульных нейронных сетей САПР МНН.

Модульная сеть может включать в себя как модули (алгоритмы), параллельно обрабатывающие входные данные, так и модули, обрабатывающие данные последовательно, друг за другом. Кроме того, возможны архитектуры модульных сетей, когда на вход модуля поступают данные уже обработанные этим модулем. Иными словами, архитектуры модульных сетей допускают наличие циклов.

В отсутствие циклов, порядок пересчета модульной сети очевиден. В случае использования циклов возможно возникновение противоречий. Примером такого противоречия может служить триггерная схема соединения модулей. Результат работы такой сети будет различным в зависимости от того, какой из алгоритмов обработки данных был применен первым, либо они применялись параллельно.

Нахождение и разрешение противоречий в модульной архитектуре является важной задачей использования модульных нейронных сетей. Особое значение эта задача приобретает при разработке интерактивных средств моделирования модульных сетей, таких как САПР МНН. Система проектирования должна автоматически определять и запрещать создание противоречивых архитектур или требовать разрешения противоречий пользователем.

Главной целью данной работы является обсуждение такого способа описания модульных нейронных сетей, который позволил бы строить непротиворечивые архитектуры и автоматически определять последовательность работы алгоритмов сети. В работе предлагается описание модульных нейронных сетей при помощи направленных графов. На основе предложенного описания даны определения разрешенных и запрещенных модульных архитектур, а также рассмотрены способы разрешения противоречий.

**ПРОГРАММНЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ ИМИТАЦИОННОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ДИСКРЕТНЫХ СИСТЕМ**

В.Д. Левчук

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорин

Традиционно пользователь средств автоматизации имитационного моделирования в едином лице представляет и разработчика, и исследователя имитационной модели (ИМ). Но в реальности ИМ создаются не одиночками, а, как правило, научными коллективами, в которых существует распределение труда. Новые информационные технологии как раз и направлены на согласование коллективного характера работы. Поэтому мною была предложена концепция программно-технологического инструментария MICIC4, который позволяет эффективно объединять усилия различных специалистов для решения задач исследования и проектирования сложных дискретных систем.

При построении концептуальной модели следует придерживаться блочно-сетевой концепции структуризации, принятой в MICIC4. Это позволит системному аналитику естественным образом построить описание объекта в соответствии с базовой схемой формализации MICIC4. Программа ИМ, реализованная средствами MICIC4, представляет собой совокупность трех модулей: системного, информационного и функционального. Системный модуль является уникальным и неизменным для всех ИМ. Его программный интерфейс является постоянным и функционально полным в рамках базовой схемы формализации MICIC4, что позволяет создавать ИМ различных по своей природе объектов.

Системный модуль представляет собой библиотеку к широко распространенному объектно-ориентированному языку программирования C++, который далее по сложившейся традиции будем называть язык моделирования MICIC4. В результате программисту не требуется дополнительно изучать новый язык моделирования, детально вникать в синтаксические конструкции, приобретать опыт отладки и верификации программ ИМ. Он должен использовать привычный ему полнофункциональный инструментарий интегрированной среды разработки приложений на C++ и технологическое обеспечение MICIC4.

Информационный модуль, создаваемый программистом, предназначен для определения структуры ИМ и отображения механизмов взаимодействия элементов ИМ в соответствии с определенной концептуальной моделью. Программист использует интерфейс,

предоставляемый ему разработчиком языка моделирования MICIC4. Именно программист является единственным представителем коллектива исполнителя проекта, который должен владеть технологией объектно-ориентированного программирования.

Наконец, с одной и той же ИМ можно поставить произвольное количество экспериментов. Поэтому аналитик выбирает способы постановки планов экспериментов и обработки результатов моделирования, определяя функциональные модули ИМ на основе одного и того же информационного модуля. Написание функционального модуля – это тривиальный описательный процесс, где аналитику не требуется даже знания алгоритмов.

Таким образом, MICIC4 предоставляет программисту интерфейс для определения структуры ИМ, описания информационного взаимодействия между ее элементами, сбора и накопления статистической информации в процессе реализации имитационного эксперимента. После завершения эксперимента MICIC4 обеспечивает передачу во внешнюю программную среду результатов моделирования, позволяющую эффективно их обработать и наилучшим для заказчика образом презентовать достигнутый эффект.

УДК 681.3

МОДЕЛЬ ДЛЯ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В ЛВС

И.В. Максимей, С.Ф. Маслович, В.И. Селицкий, Д.Н. Езерский
Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины

Излагается технология имитационного моделирования распределенной обработки информации в (РОИ) в ЛВС в условиях, когда на узлах ЛВС имеется еще три режима обслуживания запросов рабочей нагрузки (РН) на ресурсы узлов ЛВС. Дается новая интерпретация РН на вычислительный процесс (ВП) узлов ЛВС. РН в режиме РОИ представляется в виде вероятностных сетевых графиков (ВСГР). При этом запросы ресурсов k -го узла ЛВС формируют модули РОИ, которые являются микротехнологическими операциями (МТХО $_{ij}$) и используют ресурсы CPU k и HDD k k -ых узлов ЛВС. Любой запрос РОИ на ресурсы узлов k ЛВС представляется ВСГР на основе алгоритма сетевого планирования.

Излагается состав и структура имитационной модели (ИМ) режима РОИ, которая реализуется с помощью программно-технологического комплекса имитации (ПТКИ) ЛВС. ВСГР в среде ПТКИ ЛВС состоит из двух типов процессов: имитатор события (PR.SOB i);

имитатор микротехнологических операций (PR.MTXOij). За каждым MTXOij закреплены номер узла ЛВС (k), на котором должны быть реализованы MTXOij и вероятность обмена с HDDk. Запоминается момент активизации процесса (tΔijl) и формируется управляющий транзакт (UTRij), в «теле» которого содержатся запросы на ресурсы узла ЛВС. Этот UTRij посылається в ИМ для использования ресурсов узла ЛВС. По окончании выполнения этого запроса происходит возврат на ВСГР, отображающий процесс выполнения РОИ. Далее осуществляется расчет статистики имитации ВСГР.

Излагается состав и структура ИМ ВП использования ресурсов узла ЛВС. В этой модели реализовано четыре режима использования CPUk и HDDk: диалоговый, транзитный, РОИ, фоновое использование ресурсов узла ЛВС. Имитируется также конкуренция запросов этих ресурсов узла ЛВС. При этом с помощью управляющих транзактов имитируется динамика выполнения РОИ в условиях захвата ресурсов CPUk более приоритетными диалоговыми запросами ресурсов узла ЛВС. В результате {ИМ ВПк} совместно с {ИМ РОИ} имитируют выделение ресурсов каждого узла ЛВС всем режимам использования РН CPUk и HDDk. В результате сочетание ИМ ВСГР с множеством моделей использования ресурсов в узлах ЛВС позволяет оценить влияние подключения режима РОИ на характеристики ВП в узлах ЛВС.

УДК 519.8

ПОБУДОВА МОДЕЛІ РОЗПОДІЛУ ПОТОКІВ В МЕРЕЖАХ З УРАХУВАННЯМ РЕПУТАЦІЇ ВУЗЛІВ

Ю.Є. Мартинович

Інститут прикладного системного аналізу НТУУ (КПІ), Україна

Обчислювальні мережі, а найбільше — всесвітня мережа Інтернет, грають значну роль у економіці і культурі багатьох держав, у тому числі і України. Їх важливість пояснюється як значними можливостями (майже моментальна передача великих обсягів даних, доступ до будь-якої точки земного шару), так і стандартизацією: на відміну від різних службових та відомчих мереж Інтернет керується відкритими стандартами. Практично стандарти є єдиним, що визначає Інтернет: обладнання передачі даних у Інтернет може використовуватись найрізноманітніше: оптичне, кабельне, радіорелейне та інше.

Інтернет базується на стандартах, які створювалися у 70-і та 80-і роки. Ці стандарти виходили з обмеженої обчислювальної потужності вузлів, нерідко орієнтувались більше на простоту, ніж на досягнення максимальної ефективності. Крім того, Інтернет на початку існування

належав некомерційним державним та науковим організаціям, що вплинуло на політику «рівний доступ для всіх», і відсутність врахування економічних інтересів операторів у базових протоколах.

У доповіді розглядається можливість використання альтернативної моделі розподілу потоків для сегменту обчислювальної мережі (Інтернет, відомчої або іншої мережі). Запропонована модель базується на мультиагентному підході, що відображає реальні обмеження алгоритмів керування вузлами мережі (неможливість моментальної передачі інформації, обмеженість пам'яті та обчислювальних можливостей агентів, відсутність повної довіри та врахування інтересів окремих гравців – власників частин сегменту мережі).

Модель виходить з схеми оптимального розподілу потоків у повністю керованій мережі, описаній автором у попередній публікації, і враховує, зокрема, економічні інтереси гравців – власників частин мережі. Ми виходимо з того, що усі власники частин мережі зацікавлені у безперебійній передачі даних, однак їх фінансові інтереси і бажання щодо розподілу доходів від експлуатації мережі входять у конфлікт; при цьому можливі ситуації, коли часу на переговори між усіма сторонами про розподіл доходів (щодо кожного факту передачі даних між різними вузлами) немає. Тому окремі вузли виступають ніби «поручителями» власників сегментів мережі, приймаючи рішення на основі власного уявлення про систему в цілому і змінюючи своє уявлення у залежності від результатів, що є ключовою властивістю мультиагентних систем (МАС).

Попереднє імітаційне моделювання показало, що після певного періоду встановлення система переходить у стабільний режим, переважна більшість (>0,995) запитів на передачу даних задовольняється. Зараз виконуються серії розширених імітаційних експериментів, які визначають оптимальні характеристики агентів (умовно кажучи, «жадібність», «злопам'ятність» та «довіру»).

УДК 683.519

МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ С ПОКАЗАТЕЛЕМ ОПРЕДЕЛЕННОСТИ

С.В. Ткаченко

Институт прикладного системного анализа НТУУ (КПИ), Украина

Введение. Данный метод прогнозирования рассчитан на обучающие выборки больших размеров (100 и более точек наблюдения) и является надстройкой над существующими методами краткосрочного прогнозирования, которые делают прогноз на относительно небольших выборках (10-25 точек наблюдения). Он может использоваться в связке с

одним из методов краткосрочного прогнозирования, например методом нечеткого группового учета аргументов (НМГУА). Главной целью в методе являются не точность прогноза, а показатель определенности прогноза, предоставляющий формальную вероятностную оценку стабильности временного ряда и точности рассчитанного прогнозного значения. Предусматривается использование метода в качестве дополнения к методам краткосрочного прогнозирования, для получения формальной качественной характеристики прогноза.

Постановка задачи. Задано множество исходных данных: входные переменные $\{X_1, X_2, \dots, X_i, \dots, X_M\}$ и выходная переменная $\{Y_1, Y_2, \dots, Y_i, \dots, Y_M\}$, где i - порядковый номер точки наблюдения, M - число точек наблюдения, $X_i = \{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iN}\}$ - N -мерный вектор. Требуется на основе наблюдаемых данных построить модель $Y_i = Y(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iN})$, адекватную наблюдаемым данным, а также рассчитать показатели определенности прогноза по модели $D_i = D(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iN})$ и рейтинги показателей определенности прогноза по модели $H_i = H(y_i, x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iN})$.

Отличительными особенностями данной задачи являются:

- большой размер выборки данных M (более 100 точек наблюдения);
- временные ряды $x_n(i)$ в общем случае нестационарные.

Решение задачи. Применение методов краткосрочного прогнозирования (таких как НМГУА) для поставленной задачи является неэффективным из-за характерной зависимости ошибки прогноза от длины обучающей выборки. Предлагается разбить всю обучающую выборку на множество перекрывающихся между собой окон фиксированного, оптимального для применения НМГУА, размера W так, чтобы в результате образовалось $M - W + 1$ окон, где каждое окно идентифицируется координатой первой своей точки, после чего последовательно обработать все окна, применяя метод НМГУА в сочетании с принципами образной памяти, поиска аналогий и суперпозиции.

За основу метода взят присущий человеку принцип ассоциативного мышления. Каждая, построенная на очередном окне, модель заносится в список интервальных моделей. В дальнейшем для описания зависимости между входными и выходными переменными в пределах окна могут использоваться интервальные модели, построенные для описания такой зависимости на предыдущих окнах. В частности для

каждого окна делается попытка составить множество альтернативных моделей, т.е. таких, которые бы аппроксимировали это окно, не превышая допустимой среднемодульной ошибки аппроксимации. Если множество альтернативных моделей оказалось не пустым, то прогнозные значения на следующие за окном точки рассчитываются на основании этого множества, как взвешенное среднее (по некоторым статистическим показателям моделей) всех альтернатив, при этом также обновляется статистика повторяемости соответствующих моделей. В противном случае, когда множество альтернатив оказалось пустым, строится новая модель.

Накапливаемая таким образом статистика повторяемости моделей, ошибок прогноза на отдельных окнах по каждой из альтернативных моделей может быть использована для вычисления дополнительного показателя, который характеризует степень уверенности в сделанном прогнозе. Предусмотрен формальный метод оценки объективности рассчитанных ранее показателей доверия прогнозу на основании фактических значений выходной переменной.

Основными достоинствами метода являются: 1) дополнительный показатель определенности прогноза предоставляет формальную вероятностную оценку стабильности временного ряда и точности рассчитанного прогнозного значения; 2) объективность показателя определенности прогноза растет вместе с размером обучающей выборки; 3) метод не нуждается в свойственной НМГУА процедуре переобучения, после которой теряются знания, и уменьшается точность прогноза.

Выводы. Метод прогнозирования с показателем определенности в задачах прогнозирования экономических процессов со сложной динамикой и неизвестной функциональной взаимосвязью между процессами является вполне обоснованным и позволяет получить объективный показатель определенности прогноза, который можно использовать как существенное дополнение к методам краткосрочного прогнозирования, а именно для оценки риска краткосрочного прогноза.

Литература

1. Зайченко Ю.П. Исследование операций. – Киев, 1979.
2. Зайченко Ю.П., Кебкал О.Г., Крачковский В.Ф. Нечеткий метод группового учета аргументов и его применение в задачах прогнозирования макроэкономических показателей //Научные вестн НТУУ КПИ, №2, 2000г., с. 18-26
3. Зайченко Ю.П. Основы проектирования интеллектуальных систем. - Киев: Слово, 2004. - 352 с.

ВВЕДЕНИЕ МОДЕЛЕЙ КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА В СИСТЕМУ ОПИСАНИЙ И СПЕЦИФИКАЦИЙ ТРЕБОВАНИЙ К АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫМ СРЕДСТВАМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Биляк В.И.

Институт программных систем НАН Украины

Построение глобальной сети, объединяющей национальные научно-образовательные сети (NREN), тормозится, т.к. на сегодняшний день даже самые лучшие инструментально-технологические системы (ИТС) проектирования не обеспечивают решения задач спецификации с количественным анализом надежности и производительности компонент сети.

В настоящее время для спецификации требований к алгоритмам аппаратно-программных средств телекоммуникационных сетей используется уже целая система языков описаний, спецификаций и тестирования: SDL, MSC, ASN1, TTCN. Вместе с тем все эти языки не обеспечивают количественного анализа требований в процессе проектирования и разработки узлов коммутации пакетов (УКП).

В докладе рассматривается пример проектирования системы видеоконференцсвязи (ВКС), где мультимедийный трафик (ММТ) видеоконференции формируется двумя составляющими потоками ММТ1 и ММТ2: видео и аудио пакетами.

Приведенная схема АПС интеллектуального УКП (ИУКП) с коррекцией синхронизируемых потоков данных и разделенным мультибуфером иллюстрирует сущность и отличие его от УКП. В отличие от существующих АПС в АПС ИУКП введен блок мониторинга (БМ) и блок коррекции приоритетного трафика (БКПТ). В первом отслеживается обеспечение заданного соотношения синхронизируемых потоков ММТ (интенсивность потока $\lambda_1 \leq h_{mp} \lambda_2$), а во втором формируются сигналы коррекции.

Рассматриваемые компоненты ИУКП представляются в виде группы систем массового обслуживания (СМО). Каждая СМО характеризуется m приборами (m - число КК), на которые поступают независимо друг от друга два пуассоновских потока λ_1 и λ_2 соответственно. Считается, что поток P_1 обладает абсолютным приоритетом по отношению к потоку P_2 . Решая систему уравнений,

определяются значения вероятности потери пакетов потока Π_2 , что дает возможность найти среднее число потерь непреимуществового потока Π_2 за достаточно большой промежуток времени t .

Приведен график зависимости вероятности потерь пакетов второго потока от увеличения интенсивностей потоков λ_1 и λ_2 в заданных пределах зоны синхронизации ММТ. Исходя из выше изложенного, можно сделать вывод о том, что графическая форма количественного анализа специфицируемых требований к параметрам протокола ИУКП вполне обеспечивается.

Таким образом, осуществляется описание процесса передачи ММТ с учетом введения количественного анализа специфицированных требований с визуализацией результатов, что позволяет существенно сократить экспериментальные исследования и испытания при проектировании и разработке алгоритмов для АПС БИУК.

УДК 681.324

МОДЕЛИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА РЕКОНФИГУРАЦИИ ТОПОЛОГИИ МОБИЛЬНЫХ СЕТЕЙ

В. Е. Русецкий

Приведены критерии эффективности функционирования сети с формализацией процессов маршрутизации с реконfigurацией. Представлены требования к системе моделей, воспроизводящих процессы маршрутизации с реконfigurацией. Представлены модели системного анализа на базе теории массового обслуживания и пример, иллюстрирующий результаты системного анализа

UDK 681.3.06

Rewriting Strategies in APS

I. Kusch

Cybernetic Institute named after V.M. Glushkov of Ukraine NSA

Algebraic programming system APS is considered as a tool for use computer algebra and your brain. It suggests a declarative framework of symbolic computation and operational model of computation activities.

Algebraic programming is programming based on rewriting. It extends functional programming and has applications in solving computer algebra problems, and in operational semantics of programming languages. APLAN, the source language of the system, in many cases may be considered as quite

possible the best instrument for representation of ideas into executable specification.

Algebraic programming is considered as one of four main programming paradigms: imperative (procedural), functional, algebraic and logic. The system application methodology consists in flexible integration of these four main paradigms of programming that is achieved by adjusted use of corresponding computational mechanisms. The main part of a program can be written in the form of rewriting systems. Imperative and functional programming are used for the definition of strategies. Logic paradigm is realized on a base of rewriting using built-in unification procedure.

Rewrite rules are a natural formalism for expressing single actions. In APS rewriting strategies separated rewriting rules, thus allowing many possibilities in their use. As a result of this separation, transformation rules are reusable in different cases and strategies can be described independently of the transformation rules they apply. Such approach essentially extends the possibilities of rewriting technique enlarging the flexibility and expressibility of it.

Rewrite rules are grouped into rewriting systems.

Strategies are represented as procedures, written in APLAN language, and satisfy the locality property.

To apply rewriting system to the term different strategies may be used. Each strategy defines some movement along the nodes of a tree in searching for the subterms to which the system is applicable, and some additional transformations defining implicitly applied rewriting rules or simplifications.

Let us use the principle, which is on a use in all main strategies of rewriting in APS. The first is strict order of testing rules for applicability. This principle is that in each case the rule to be applied is the first rule, which can be applied in the current state of a computation. It means that next rule is applied only if all previous rules are not applicable.

All data structures in APS really are graph terms although the initial representations of algebraic expressions, occurring in APLAN program are trees.

The APS is an integrated rewriting rule based programming system.

Rewriting technique is now intensively studied and used in many platforms. There were many implementations of term rewriting systems. Some of them support algebraic specifications; some are rewriting laboratories based on Knuth-Bendix algorithm for computing canonical systems from a set of educational axioms.

Mathematics, Axiom, Reduce is the examples of computer algebra systems with use of rewriting.

ASF+SDF, ELAN, Maude, OBJ family languages, Stratego, TXL also should be named as formalisms that are based on rewriting.

In APS strategies are applied to graph terms, which are acyclic, directed graphs.

The purpose of program optimization is to reduce computation time and it may be achieved by two possible ways. The first way is to decrease the number of pattern matching being done in the process of rewriting by choosing a suitable computational strategy. The second way is to decrease the total matching time by means of optimizing transformations of chosen computational strategy with taking into account the structure of a system of relations.

References

1. Letichevsky A.A., Kapitonova J.V., Konozenko S.V., Algebraic Programs Optimization, Proc. of the Int. Symp. on Symbolic and Algebraic Computation, ISSAC'91 (July 15-17, 1991, Bonn, Germany), ACM Press, New York, 1991

УДК 681.513

СИСТЕМА МОДЕЛЕЙ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

А.Н Витвицкий

Институт программных систем НАН Украины

Постановка общей проблемы. Доклад посвящен разработке систем моделей функционирования сетей, учитывающих следующие параметры: надежность, производительность и их синтез [1,2].

Анализ исследований и публикаций. За основу доклада были взяты наши исследования, посвященные проблеме построения сетей, функционирующих с максимальной эффективностью, а также мы руководствовались соображениями, изложенными в работах следующих авторов: Ластовченко М.М, Коваленко И.Н., Ежов, И.И. Хие А., Veerel P. Актуальность исследования определяется возникшей необходимостью в области исследования интеллектуальных сетей в таком анализе эффективности функционирования каждой сети, когда введение временной избыточности было бы рациональным образом дифференцировано, чтобы избежать нерационального выбора параметров сети (аппаратной и временной избыточности), который может привести к

существенному снижению фактической пропускной способности интеллектуальной сети (ИС).

Цель работы заключается в создании системы моделей многокритериального анализа эффективности функционирования интеллектуальных сетей, учитывающего противоречивые требования надежности и производительности.

Методы исследования. Во время исследования были использованы следующие аналитические методы: моделирования, идеализации и оптимизации. Для иллюстрации результатов задействован графический метод.

Результаты. Предложенные модели решают проблемы эффективности функционирования интеллектуальных сетей за счет системного анализа надежности, производительности и их синтеза в рамках единой модели.

Для определения критерия нормального функционирования были использованы следующие понятия: отказ, как сбой, приведший к повторам и не требующий восстановления виртуальных каналов (ВК); групповой сбой или отказ, требующий и повтора, и восстановления ВК резервированием; а также срыв нормального функционирования - отказ, последствия которого привели к нарушению непрерывной передачи.

Существует два метода обеспечения надежности функционирования сети: за счет введения временной или аппаратно-временной избыточностей [2].

При анализе надежности функционирования ВК, учитываются следующие характеристики: степень нагруженности резерва (нагруженный/ненагруженный резерв), интенсивности сбоев λ , восстановления, μ подключения γ , а также временные избыточности.

Для оценки параметра, характеризующего надежность T_{avg} (среднее время нормального функционирования) можно получить обобщенную зависимость:

$$T_{avg} = \frac{1}{R(0)^2} \sum_{j=1}^{M+1} \{R'(0)R_{j1}(0) - R(0)[R'_{j1}(0) - R_{j1}(0)q_j]\} \bar{p}_{1j}$$

где M - число резервных каналов; $R_{ij}(0)$ - алгебраическое дополнение элемента матрицы $R(0)$ с индексами j и i ; $R'(0)$, $R'_{j1}(0)$ - производные в точке нуль от функциональных определителей $R(S)$, $R_{j1}(S)$; q_j - среднее время пребывания исходного процесса в состоянии E_j ; p_{1j} -

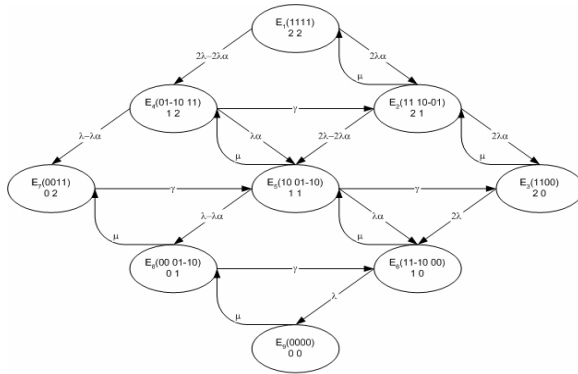


Рис. 2

Области нормального функционирования, оцениваемые критериями $T_{avg} = f(M, T_{add})$ для случаев нагруженного и ненагруженного резервирования представлены на рис. 3 и 4.

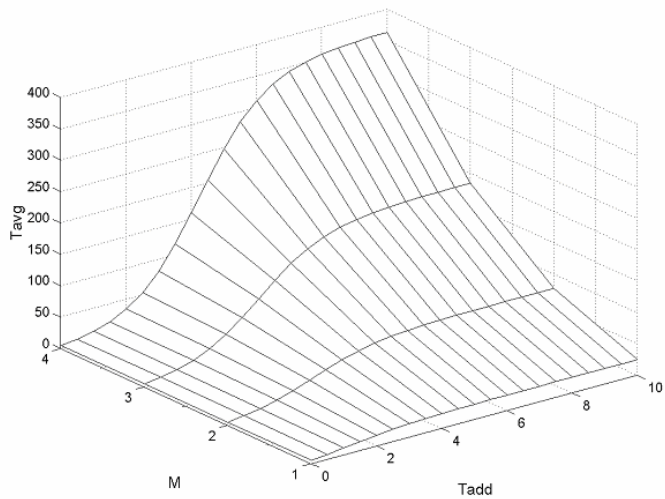


Рис. 3

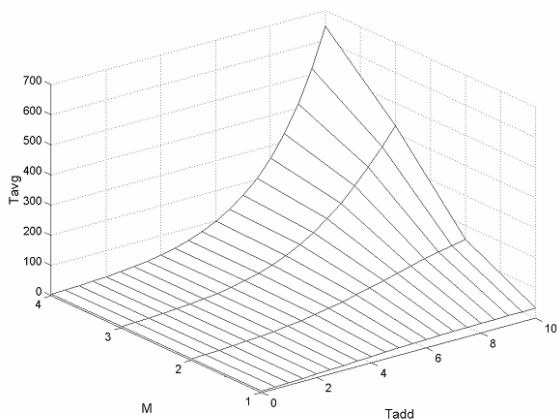


Рис. 4

Анализируя полученные результаты, можно сделать следующие выводы.

Введение минимально необходимого числа резервных каналов наиболее эффективно для тех трактов передачи, которые допускают одновременное введение аппаратурной и временной избыточности;

Для передачи трафика с жестким ограничением по непрерывности битового потока и своевременности ненагруженное резервирование более предпочтительно, хотя время подключения в этом случае больше, т.к. при этом резервные каналы используются в режиме фоновых передач. (т.е. всегда $\gamma_1 > \gamma_{u1}$);

Для обеспечения заданного уровня надежности функционирования можно в отличие от известных МКС существенно сократить число резервных каналов ($M_j < N_j$), не снижая требования по своевременности.

Следующим критерием, характеризующим функционирование сети, является производительность, которая всецело зависит от требуемого качества передачи информации: верности и своевременности (синхронности). Таким образом, возникает необходимость в разработке такой методологии анализе эффективности функционирования. Взаимовлияние стохастических процессов: передача различных объемов трафика, случайные сбои или отказы каналов обуславливается аритмией трафика и недостаточной надежностью каналов. Случайный поток сбоев приводит или только к повторной передаче, или к повторным передачам

после подключения резервного канала вместо отказавшего, или к повторным передачам с восстановлением и подключением (при отсутствии резерва). Во всех этих случаях происходит увеличение времени передачи, превышающего допустимые задержки. В этих случаях своевременность падает, и, следовательно, синхронность режимов нарушается.

Наиболее продуктивным критерием эффективности функционирования сети является критерий синхронной и своевременной передачи трафика с учетом надежности функционирования – синтез. В качестве такого критерия можно выбрать вероятность эффективного функционирования интеллектуальной сети, обусловленной своевременностью передачи трафика с заданной синхронностью (в заданных допустимых пределах запаздывания) при условии, что среднее время нормального функционирования, в течение которого сеть обеспечивает передачу пакетов с заданной верностью, будет в заданных пределах.

Для обеспечения верности (допустимых искажений и/или задержек), задаваемой параметрами трафика, а также ритмичности и своевременности вводим три вида временной избыточности: допустимое

время $T_{дон}^{(1)}$ повторов, допустимое время передачи контейнера $T_0^K + T_{дон}^{(2)}$,

допустимое время передачи пакета как набора контейнеров $T_0^{HK} + T_{дон}^{(3)}$:

$\tau_{HK} \leq t_{HK} = T_0^{HK} + T_{дон}^{(3)}$ ($\tau_n, \tau_K, \tau_{HK}$ – случайные времена подключения резервного канала, передачи контейнера (пакета) и набора контейнеров, соответственно).

Для оценки вероятности своевременной передачи каждого контейнера $P_{HK}(t_K)$ используем следующую формулу:

$$P_{HK}(t_K) = 1 - \exp[-\lambda_K (T_0^K + T_{дон}^{(2)}) (1 - \lambda_{ЛС} T_n)],$$

где $\lambda_K = \frac{1}{T_K}$, а T_K – среднее время передачи контейнера.

Среднее время нормального функционирования $T_{нф}$, определяемого как среднее время пребывания полумарковского процесса (ПМП) в подмножестве состояний нормального функционирования E_+ до первого выхода из этого подмножества представлено формулой:

$$T_{нф}(T_{дон}^{(1)}) = \sum_{i \in E_+} P_i T_i \left(\sum_{i \in e_-} P_i \sum_{i \in e_+} P_{ij} \right)^{-1},$$

где e_+, e_- - подмножества граничных состояний, из которых можно попасть в E_+, E_- за один переход; P_i - стационарные вероятности вложенной цепи Маркова, определяемой из системы уравнений;

$$P_i = \sum_{j \in E} p_{ji} P_j, \sum_{i \in E} P_i = 1, E = E_+ + E_-, T_i - \text{среднее время пребывания в}$$

состоянии e_i ; p_{ij} - стационарная вероятность перехода из e_i в e_j .

Полагая, что случайные величины распределены по экспоненциальному закону времен безперебойного функционирования канала $\tau_{обф}$ и подключения (или восстановления с подключением $\Delta\tau_{\epsilon}$),

когда $\lambda_{сб} = \frac{1}{\tau_{нф}}$, $\mu = \frac{1}{\Delta\tau_{\epsilon}}$, и $\lambda_{сб} \ll \mu$ то зависимость принимает

вид:

$$T_{нф}(T_{дон}^{(1)}) = \frac{\frac{M!}{N+M} C + R}{N\lambda_{сб} \left(\frac{QM!}{N+M} C + R \right)},$$

$$Q = 1 - F_{\epsilon}(T_{дон}^{(1)}) = 1 - \exp\left[-\frac{T_{дон}^{(1)}}{\Delta T_{\epsilon}}\right], \quad C = \sum_{j=0}^{M-1} \frac{\rho^j}{j!} \prod_{i=0}^{M-1} [N + (M - i)]$$

где

$$R = \rho^M \prod_{i=1}^{M-1} [N + (M - i)] \quad \text{и} \quad \rho = \frac{\lambda_{сб}}{\mu}.$$

Таким образом, были разработаны системы моделей функционирования сетей, учитывающих надежность, производительность и их синтез, где последняя выступает как наиболее эффективная.

Литература

1. Ластовченко М.М., Витвицкий А.Н. Системный анализ в аддитивном управлении надежностью передачи мультимедийного

трафика // Проблемы управления и информатики.– 2005.– № 1.– С. 98–106.

2. Ластовченко М.М., Бернацкая Ю.Н., Витвицкий А.Н. Методология анализа формируемых режимов передачи мультимедийного трафика в широкополосных сетях связи. //Проблемы управления и информатики.– 2005.– № 6.– С. 89–97.

УДК 681.3.06

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РАСПРЕДЕЛЕННОГО ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ NEDIS_D

В.В.Гусев, Т.Н.Галаган, Н.М.Яценко

Институт кибернетики им. В.М.Глушкова НАН Украины

В настоящее время наблюдается очень высокий научный и практический интерес к проблемам разработки, реализации и применения методов и технологий распределенных вычислений. К наиболее известным программным и аппаратным средствам распределенных вычислений относятся Microsoft's Distributed Component Object Model (DCOM) [1], Remote Method Invocation (RMI) [2], The Common Object Request Broker Architecture (CORBA) [3], High Level Architecture (HLA) [5]. Непосредственное использование названных систем требует больших усилий, особенно от специалистов проблемных областей, не являющихся программистами, и, как правило, приводит к большому количеству ошибок.

Технология, предлагаемая в данном докладе и реализованная в системе NEDIS_D, позволяет избежать многих ошибок. В основе ее лежит идея автоматического преобразования сосредоточенной (нераспределенной) модели на языке типа Simula в ее распределенный аналог [7]. Преобразование осуществляется встроенным синтаксически-ориентированным компилятором [8]. Далее полученная модель может быть исполнена в соответствии с одной из выбранных схем синхронизации. Идея автоматического порождения распределенной модели имеет несомненное преимущество: она позволяет провести предварительную верификацию модели на основе сосредоточенной версии программы моделирования. Если модель изначально создается как распределенная, ее трудно отладить до работоспособного состояния. В нашем случае имитационная модель может быть предварительно обкатана в сосредоточенном варианте, и лишь затем, после компиляции, перенесена на сеть.

Система NEDIS_D разработана в операционной системе WINDOWS и имеет удобный графический интерфейс.

1. Состав и функциональные возможности системы NEDIS_D.

Система NEDIS_D может быть условно разделена на две части: средства создания имитационной модели (подсистема описания модели) и средства исполнения модели в сети процессов (подсистема моделирования).

Для создания модели коллективом авторов разработаны входной язык сосредоточенного моделирования включающего типа SimulaLocal, язык распределенного моделирования SimulaDistributed и компилятор, осуществляющий автоматическое преобразование с входного языка SimulaLocal в выходной язык SimulaDistributed.

Для исполнения модели разработаны средства автоматического порождения необходимого количества процессов и установление связей между ними, загрузки модели в сеть процессов, управления многократными прогонами модели, синхронизации процессов и трассировки прогонов модели. При исполнении распределенной модели может быть использована одна из двух схем синхронизации: консервативная или оптимистическая (в настоящий момент оптимистическая схема находится в стадии доработки). Подчеркнем, что код распределенной модели не зависит от выбранной схемы синхронизации исполнения.

1.1. Подсистема описания модели

Для имитационного моделирования в системе NEDIS_D избрана процессная форма представления модели, вводящая понятие цепочек событий, а средством реализации цепочек являются потоки (threads). Для отображения динамики функционирования сложных систем и развития процессов во времени разработано библиотечное расширение языка C++ такими понятиями как моделируемое событие, время моделирования, календарь.

Входной язык сосредоточенного моделирования SimulaLocal определен двумя интерфейсными классами SimObject и наследующим его SimThread и параметризованным классом смарт-пойнтеров ptr<T>. Класс SimObject обеспечивает создание объектов (методы new, delete) и реализует технику управления памятью (методы AddRef, Release), известную как подсчет ссылок (reference counting), определяющую длительность жизни распределенных объектов. Класс SimThread наследует SimObject и содержит методы активных управлений объектами (методы ActivateAt, Passivate). Класс смарт-пойнтеров инкапсулирует пойнтеры и расширяет набор пойнтерных операций и, кроме того, скрывает от пользователя подсчет ссылок на объект, а в случае оптимистического моделирования выполняет вспомогательные функции учета и взаимодействия объектов моделирования.

Все пользовательские классы модели обязаны наследовать классы SimThread или SimObject. Такие классы, включая и собственно SimThread и SimObject, называются модельными классами (а объекты этих классов – модельными объектами).

Язык распределенного моделирования SimulaDistributed является расширением языка SimulaLocal и базируется на технологии DCOM. Для создания DCOM–компонентов интерфейсы модельных классов SimObject и SimThread были описаны на языке IDL (Interface Definition Language) и чисто абстрактные классы (с их первичными именами), полученные после прогона через MIDL компилятор (Microsoft Interface Definition Language), были преобразованы в реализационные классы. Основными вопросами, стоявшими перед разработчиками выходного языка, были вопросы размещения объектов моделирования в сети процессов, обеспечение целостности объектов и синхронизация доступа к ним. Поскольку в настоящее время для распределения вычислительных работ по сети в NEDIS_D не предусматривается никаких автоматических методов, пользователь должен явно указать "географическую" информацию в операторе создания объекта. Целостность объектов и синхронизация доступа к ним обеспечивается за счет реализации методов, восходящих к мониторам Хоара [6]. Так, первой операцией любого интерфейсного метода должна быть операция захвата объекта вызывающим процессом, а заключительной – операция освобождения объекта.

Компилятор анализирует входные тексты нераспределенной модели, генерирует описания интерфейсов модельных классов на языке IDL и модифицирует входные тексты в части, касающейся их реализации. Порожденные описания обрабатываются затем MIDL-компилятором, вследствие чего генерируются модули, отвечающие за организацию вызовов методов удаленных объектов. Далее эти модули объединяются с модифицированными текстами и обрабатываются C++-компилятором для получения распределенной модели.

1.2. Моделирующая подсистема

За развертывание сети моделирующих процессов, удаленное создание модельных объектов, загрузку программ моделирования, начало и завершение исполнения модели, ведение сводного журнала трассы моделирования отвечают так называемые мониторы, для чего в каждом процессе сети создается один объект класса SimMonitor. Кроме того, с помощью монитора производится переключение на схему синхронизации (консервативную или оптимистическую), выбранную пользователем. Для реализации выбранной схемы синхронизации в каждый процесс сети помещается объект, отвечающий интерфейсу класса StrategyObject. Это чисто виртуальный класс, объединяющий методы объектов

моделирования и методы монитора, зависящие от схемы синхронизации. Конкретные специализации этого класса определяют стратегии, объединенные в библиотеку, которая содержит в настоящее время две схемы. В дальнейшем библиотека стратегий может расширяться, не требуя изменений самой системы.

Сценарий модельного эксперимента оформляется пользователем как функция со стандартным именем `MainBody()`. Система предоставляет возможность однократного или многократного прогона одного и того же сценария.

2. Стратегии синхронизации системы NEDIS_D.

Как уже отмечалось, в системе используются две схемы синхронизации: консервативная и оптимистическая. Остановимся на каждой из них.

2.1. Консервативная схема синхронизации

Чтобы избежать нарушений причинно-следственных связей (causality errors) консервативная схема обеспечивает для всех процессов единое время моделирования. За смену времени в сети моделирующих процессов отвечают мониторы. Программа моделирования начинается с того, что каждый монитор сообщает о нулевом значении своего (локального) времени моделирования. Если следующее событие требует перехода к новому времени, монитор текущего процесса отправляет центральному монитору сообщение с запросом нового времени и приостанавливается до момента получения ответа с равным или большим значением. Программа моделирования в целом будет завершена лишь тогда, когда все мониторы вследствие исчерпания своих календарей выставят сообщения о “бесконечно большом” значении времени моделирования. Кроме того, пользователю предоставляется возможность завершения моделирования программными средствами – а именно, функция `Stop()`.

2.2. Оптимистическая схема синхронизации

В отличие от консервативной схемы оптимистическая схема при переходе к новому локальному времени не требует приостановки процесса до того момента, когда этого времени достигнут все процессы в сети. Моделирование в каждом отдельном процессе может развиваться независимо от других процессов до момента появления “отставшего” события, вызывающего causality errors. В таком случае требуется определенные действия по восстановлению корректного продвижения модели в сети процессов.

Разработанная оптимистическая схема является усовершенствованием Time Warp алгоритма [4]. Реализация сети взаимодействующих объектов выполнена на основе DCOM-технологии,

использующей механизм вызова удаленных процедур RPC (Remote Procedure Call). Для синхронизации удаленных вызовов список параметров вызова дополняется служебным параметром – локальным виртуальным временем на стороне вызывающего процесса, что дает возможность своевременно обнаружить причинно-следственные нарушения. В отличие от классического Time Warp алгоритма в системе отсутствуют входная и выходная очереди внешних сообщений, вместо этого разработан механизм, позволяющий запоминать вызовы на будущее время в локальном календаре. История взаимодействия данного процесса с остальными процессами сети сохраняется в так называемом векторе взаимодействий. Вектора взаимодействий модели образуют матрицу, динамически отображающую развитие взаимодействий процессов в сети. Ведение и анализ матрицы позволяют в случае необходимости корректно выполнять процедуру отката модели.

Исполнение модели завершается в случае исчерпания календарей всех процессов или при обнаружении в сценарии моделирования функции Stop().

Рассматриваемая в докладе технология была использована при разработке и исполнении модели работы терминала морского порта.

Литература

1. Richard Grimes “Professional Dcom Programming”, Wrox Press Inc; ISBN: 186100060X, (July 1997), 592p.
2. Esmond Pitt, Kathleen McNiff, Kathy McNiff “java(TM).rmi: The Remote Method Invocation Guide”, .Book News, Inc.®, Portland, OR, (July 2001), 320 p.
3. Frederic Kuhl, P.E., Ph.D. “A CORBA Framework for Distributed Simulation”, MITRE Corporation, McLean, Virginia, 1995.
4. D.Jefferson and H.Sowizral. Fast Concurrent Simulation Using the Time Warp Mechanism. In: P. Reynolds, Ed., Distributed Simulation 1985, pp. 63–69, SCS_hThe Society for Computer Simulation, Simulation Councils, Inc., La Jolla, California, 1985.
5. Steven G.E.Marsh, Peter Parham, Linda D. Barber “The HLA FactsBook”, Academic Pr; ISBN: 0125450257, (January 2000), 398 p.
6. Hoare C.A.R. Monitors: An operating system structuring concept //Communications of the ACM. – 1974. – № 17(10). – P. 549–557.
7. Галаган Т.Н., Гусев В.В., Марьянович Т.П., Яценко Н.М. “Один подход к автоматизации построения распределенной модели из ее сосредоточенного аналога”, Сб. трудов конференции УкрПрог-2002.

8. Галаган Т.М., Гусев В.В., Яценко Н.М. “Реалізація мови розподіленого моделювання систем з дискретними подіями”, Київ, 2001, Науковий збірник “Технології розподілених обчислень”.

УДК 004.9

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ
НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ КЛАССИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ
СИСТЕМНОЙ ПРИРОДЫ**

И.В.Максимей, Ю.В.Макаревич Ю.В., В.Г.Родченко

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины

Введение. При решении прикладных задач, связанных с построением диагностических систем, исследователю приходится работать с объектами сложной природы, характеризующимися большим числом признаков, которые подчиняются различным законам распределения и измеряются в разных шкалах. Применение традиционного математического аппарата для моделирования процесса диагностики в данном случае оказывается или весьма затруднительным, или даже невозможным [1, 2]. Значительно более перспективным является использование инструментария прикладной статистики, и, в частности, методов математической теории распознавания образов [3, 4].

В процессе выполнения процедуры диагностики исследуемый объект или совокупность объектов классифицируются к одному из предварительно определяемых классов. Отметим, что в общем случае класс может определяться по-разному, например, представлять собой кластер (таксон) в многомерном признаковом пространстве, построенном на основе соответствующей подмножества объектов из исходной классифицированной обучающей выборки, формирование которой в свою очередь осуществлялось с использованием признаков из априорного словаря.

Опыт практического применения методов теории распознавания для исследования многомерных объектов показывает, что при формировании априорного словаря признаков (АСП) далеко не всегда удастся отобрать из генеральной выборки признаков такие, которые обеспечивают разделение и компактность классов в признаковом пространстве [5]. В априорный словарь часто попадают признаки, которые создают “помехи”, а иногда просто искажают достоверность процедуры классификации.

Повысить истинную достоверность процедуры классификации можно путем построения таких эталонов классов, которые в специально построенном признаковом пространстве размещаются в виде компактных

и непересекающихся кластеров. Построение указанного признакового пространства происходит в результате анализа данных, содержащихся в исходной классифицированной обучающей выборке.

В данной работе предлагается математическая модель для построения компьютерной диагностической системы объектов сложной природы на основе применения методов математической теории распознавания образов. При этом первый этап работы системы связан с реализацией процедуры обучения, которая проводится на основе данных из исходной классифицированной выборки, а второй этап непосредственно диагностики предусматривает классификацию исследуемого объекта или множества объектов к одному из исходных классов, либо выделение в отдельный класс – джокер-класс.

Описание модели. Для выполнения процедуры обучения компьютерной диагностической системы необходимо предварительно сформировать алфавит классов $A = \{A_1, A_2, \dots, A_k\}$ и априорный словарь признаков $P = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}$, который представляет собой выборку из генерального словаря признаков, описывающих всевозможные характеристики соответствующих объектов. Отметим, что уже на этапе построения априорного словаря необходимо стремиться отбирать только такие признаки, которые несут разделяющую классы функцию.

Изначально каждый класс A_i (где $i = \overline{1, k}$) формально определяется на основе исходного предварительно заданного множества объектов. При этом каждый отдельный объект описывается в многомерном признаковом пространстве в виде соответствующего вектора-столбца $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}, i)$, где x_{ij} – значение i -го признака из АСП, а i – номер класса, к которому принадлежит объект.

Объединение таких векторов-столбцов из всех классов образуют исходную классифицированную обучающую выборку. Такая выборка представляет собой прямоугольную таблицу типа "объект-свойство", содержащую $n+1$ строк и m столбцов (где $m = m_1 + m_2 + \dots + m_k$, а m_i – количество объектов i -го класса). При этом для $\forall A_i \subset A$, где $i = \overline{1, k}$ получаем соответствующую матрицу X_i размерности $n \times m_i$, где m_i – число объектов i -го класса.

Фактически матрица X_i представляет собой формальное описание эталона класса A_i в многомерном признаковом пространстве, построенном на основе признаков из априорного словаря. Отметим, что здесь возникает весьма важный момент, связанный с действительной представительностью эталонов классов. Часто в силу разного рода причин исследователи не уделяют внимания проблеме анализа того, насколько исходная классифицированная выборка отражает эталонные значения

классов. В этом случае в конечном итоге диагностика проводится на основе размытых образов классов и не обеспечивает достоверный результат.

Необходимо учитывать и такой специфический момент в компьютерных диагностических системах, что каждая проведенная процедура распознавания объекта или набора объектов завершается не только определением соответствующего класса, но в дальнейшем предполагает, что исследуемые объекты будут использованы для расширения базы данных, на основе которой будут строиться эталоны классов. Отсюда становится очевидным, что искажения результатов на каждом этапе выполнения процедуры диагностики могут быстро нарастать и в конечном итоге приведут к полной потере достоверности процедуры распознавания.

Избежать указанной выше серьезной проблемы можно путем проведения обязательного этапа исследования, связанного с оценкой того, насколько эталоны действительно отражают индивидуальные особенности классов. Речь идет о разделении и компактности эталонов классов в многомерном признаковом пространстве.

Для оценки эталонов классов предлагается использовать алгоритмы кластеризации, которые ориентированы на построение точно заданного количества кластеров, т.е. алгоритмы типа Forel-2. В данном случае исходные данные представляются в виде классифицированной обучающей выборки, а количество кластеров будет совпадать с количеством классов k . Для каждого объекта из классифицированной обучающей выборки точно известен класс, к которому он действительно относится, а в результате построения k кластеров каждый объект будет отнесен к одному из них. Если каждый кластер образуется в основном представителями одного класса и не превышен допустимый уровень ошибочного объединения представителей разных классов в один кластер, то эталоны классов разделены и компактны в соответствующем признаковом пространстве, построенном на основе априорного словаря признаков.

Отметим, что в реальных задачах выполнение указанного предыдущего условия является скорее удачным исключением, чем закономерностью. А потому приходится реализовывать процедуру разведочного анализа информативности признаков из АСП, с целью, во-первых, выявления и исключения из дальнейшего рассмотрения “шумящих” и малоинформативных признаков, и, во-вторых, построения рабочего словаря, содержащего признаки информативные с точки зрения разделения эталонов классов в соответствующем многомерном признаковом пространстве.

Разведочный анализ основывается на использовании классифицированной обучающей выборки и применении соответствующих критериев однородности. Реализация процедуры разделения признаков по степени информативности предусматривает их сепарирование на три вида.

К первому виду будут отнесены те признаки из исходного априорного словаря, для которых выполняется правило: для всех пар классов, включенных в классифицированную обучающую выборку, на основе использования критериев однородности подтвердились гипотезы об однородности выборок значений признака для двух сравниваемых классов. Такие признаки фактически имеют один и тот же закон распределения во всех классах, а потому не несут разделяющей функции.

Ко второму виду будут отнесены признаки, для которых выполняется следующее правило: для всех пар классов на основе критерия однородности оказалось, что выборки значений соответствующего признака для двух сравниваемых классов подтвердили гипотезу об их неоднородности, тогда как внутри каждого класса подтвердилась гипотеза об однородности соответствующих подвыборок. Специфика признаков второго вида такова, что они обеспечивают разделение образов эталонов классов в многомерном признаковом пространстве, а потому именно они и включаются в рабочий словарь.

Признаки, для которых не выполнилось ни первое, ни второе правило, будут отнесены к третьему виду. Природа этих признаков такова, что они “размывают” образы эталонов классов и создают помехи на этапе классификации при диагностике.

Отметим, что, во-первых, если удалось сформировать не пустой рабочий словарь признаков, то дальнейшая процедура построения эталонов и распознавания исследуемых объектов принципиальной сложности не представляет. Во-вторых, нельзя исключать ситуации, когда не удастся построить рабочий словарь признаков, поскольку правило для признаков второго вида носит достаточно “жесткий” характер. В этом случае необходимо проводить дополнительный анализ с целью реформирования исходного априорного словаря признаков.

Заключение. Предложенная модель была использована при проведении исследований, связанных с построением компьютерной диагностической системы идентификации авторства литературного текста – системы атрибуции. Исходный априорный словарь признаков первоначально состоял из восемнадцати признаков. В результате проведенного разведочного анализа в рабочий словарь попали три

признака, а остальные оказались малоинформативными с точки зрения отражения индивидуальных характеристик авторского стиля.

В настоящее время на основе описанной модели проводятся исследования по построению компьютерной системы диагностики острого аппендицита у детей.

Литература

1. Распознавание образов: состояние и перспективы: Пер. с англ./ К. Верхаген, Р. Дёйн, Ф. Грун и др., М.: Радио и связь, 1985.
2. С.А.Айвазян, В.С.Мхитарян, Прикладная статистика и основы эконометрики, Учебник для вузов, М.: ЮНИТИ, 1998.
3. Н.Г.Загоруйко, Прикладные методы анализа данных и знаний, Новосибирск: Изд-во Института математики, 1999.
4. Васильев В.И. Проблема обучения распознаванию образов. – К.: Выща шк. Головное изд-во, 1989.
5. Марусенко М.А. Атрибуция анонимных и псевдоанонимных литературных произведений методами распознавания образов, Л.: Издательство Ленинградского университета, 1990.