

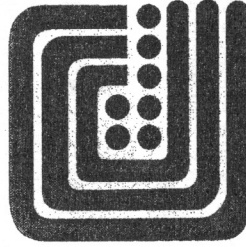
Національна академія наук України  
Академія технологічних наук України  
Інститут проблем математичних машин і систем НАН України  
Глівфордський університет, Великобританія  
Технічний університет Лодзі, Польща  
Інститут прикладної математики імені М.В. Келдіша РАН, Росія  
Гомельський державний університет ім. Ф. Скорини, Білорусь  
Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка  
Чернігівський державний технологічний університет

**СЬОМА МІЖНАРОДНА  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ**

*25-28 червня 2012 р.*

**МАТЕМАТИЧНЕ ТА ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ  
МОДС 2012**

Тези доповідей



Чернігів-Жукки 2012

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

Сьома міжнародна науково-практична конференція "Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС '2012". Тези доповідей. – Чернігів-Жукин. – 2012. – 25-28 червня 2012р. – 415 с.

У збірник включені тези доповідей, які були представлені на конференції "Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС '2012". 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:

Казимир В.В., д.т.н., професор, ЧДТУ – голова  
Задорожній А.О., ЧДТУ  
Харченко М.В., ЧДТУ

## ЗМІСТ

СЕКЦІЯ І СУЧАСНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОГО ТА ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ В ЕКОЛОГІЇ	17
Ю.В. Велічко, С.О. Заїка ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОШИРЕННЯ ІНФЕКЦІЙ В УРБОЕКОСИСТЕМАХ.....	18
С.В. Голуб, І.Б. Поторжанський, С.Г. Палаш ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕТВОРЕННЯ ГРАФІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В ПРОЦЕСІ АНАЛІЗУ МАМОГРАМ.....	20
В.І. Запєрковий, В.І. Гур'єв, І.В. Фірсова ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В РЕГІОНАЛЬНІЙ ГІС.....	23
В.Ю. Дендаренко ДЖЕРЕЛА НЕВИЗНАЧЕНОСТІ БАГАТОРІВНЕВОГО МОНІТОРИНГУ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ.....	26
Г.І. Казакевич, Ю.А. Повешенко ЧИСЛЕННЕ МОДЕЛЮВАННЯ АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ДВУХФАЗНОЇ ФИЛЬТРАЦІЇ ПРИОБРАЗОВАНИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ.....	28
О.О. Крєжич, В.Д. Захмагов ВІДПОВІДНІСТЬ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ІМПУЛЬСНИМИ ЗАСОБАМИ БАГАТОПЛАНОВОГО ЗАХИСТУ СИСТЕМНИМ ПОТРЕБАМ ХІМІЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ ПРИ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ВИБУХОПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ.....	32
К.С. Курочка, А.А. Кухаренко МОДЕЛЮВАННЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В БЛИЗКОЙ ЗОНЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ЧАСТИЦЫ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.....	36
А.Ю. Переварюха АСИМПТОТИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ НЕМОДАЛЬНОГО ОТОБРАЖЕНИЯ МОДЕЛИРУЮЩЕГО ДИНАМИКУ БИОРЕСУРСОВ.....	39

В.І. Шекета, М.М. Демчина, Л.М. Гобир УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ІНТЕРПРЕТАЦІЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРО НАФТОГАЗОВІ ОБ'ЄКТИ НА ОСНОВІ НЕЧІТКИХ МОДЕЛЕЙ.....	43
Л.І. Соколовський, І.М. Крошній, В.І. Яркун, Ю.В. Прусак, М.С. Федорів-Лис МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ КАПЛЯРНО-ПОРИСТИХ МАТЕРІАЛІВ З ВРАХУВАННЯМ ПРУЖНИХ, В'ЯЗКОПРУЖНИХ І ПЛАСТИЧНИХ ДЕФОРМАЦІЙ.....	46
М.І. Железняк, А.В. Бойко, Е.А. Евдин, И.В. Коваленц АДАПТАЦІЯ МУЛЬТИПЛАТФОРМЕННОЇ СИСТЕМИ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТТЯ РЕШЕНЬ ПРІ РАДІАЦІЙНИХ АВАРІЯХ IRODOS ДЛЯ РЕГІОНА РОВЕНСЬКОЇ АЭС.....	49
СЕКЦІЯ 2 СУЧАСНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОГО ТА ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ У ВИРОБНИЦТВІ	54
А.А. Акимов МОДЕЛЮВАННЯ МЕХАНІЗМІВ ДЛЯ НАМАТЮВАННЯ НИТЕЙ.....	55
Б.О. Баховель, В.С. Мельник, Б.І. Тарас МОДЕЛЮВАННЯ ВИКОНАВЧИХ МЕХАНІЗМІВ ІЗ ПОСТІЙНОЮ ШВИДКІСТЮ РУХУ ВИХІДНОГО ЕЛЕМЕНТА.....	57
В.А. Бячко КОНЦЕПЦІЯ ТРИВИМІРНОГО СКАНУВАННЯ ПОВЕРХНІ ФІЗИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ДИНАМІЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ.....	60
Н.В. Богусевська, В.М. Запека ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ СТАНУ БАНКОМАТІВ МЕРЕЖІ БАНКОМАТІВ.....	62
П.С. Бондарчук РЕЗОНАНСНИЙ РУЛЕВОЙ ЕЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРИВОД. ТЕПЛОВАЯ МОДЕЛЬ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ.....	66

В.В. Литвинов, В.В. Бегун, А.Л. Ляхов, Е.А. Бородина ПРОБЛЕМА БЕЗОПАСНОСТИ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ УКРАИНЫ.....	67
Е.М. Борчик, А.И. Степанов, А.И. Якимов ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА КРАШЕНИЯ ТКАНИ.....	71
А.Е. Бурцева МЕТОДИКА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОЦЕССА ТРАНСПОРТИРОВКИ ГАЗА.....	73
О.М. Верес, Ю.О. Верес, І.В. Рішняк МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ РОЗПОДІЛУ ОБМЕЖЕНИХ РЕСУРСІВ.....	77
В.В. Ворогилін, І.А. Головня ПРО ЗАДАЧУ МАРШРУТИЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ІЗ УРАХУВАННЯМ ЇХ ОБМЕЖЕНОЇ КІЛЬКОСТІ ТА ВАНТАЖОМІСТКОСТІ.....	81
В.Ф. Гречанинов, О.В. Ткач АКТУАЛЬНІСТЬ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ ЗБРОЙНИМИ СИЛАМИ ДЛЯ ОБОРОНИ ДЕРЖАВИ.....	85
В.И. Гурьянов ИЗМЕНЧИВОСТЬ В ОБЪЕКТНОЙ МОДЕЛИ САМОВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ФИРМЫ.....	87
М.М. Давиденко ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ПРОЦЕСІ БІЗНЕС- ПЛАНУВАННЯ ЗА УМОВ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ТА РИЗИКУ.....	91
В.В. Литвинов, М.Т. Дехтярук ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У ТРАНСПОРТНИХ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМАХ.....	94
И.В. Зайцева, М.В. Попова МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ САМООРГАНИЗАЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ.....	98

Н.Н. Гурский, А.В. Щербаков, В.В. Иванченко ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ АКТИВНОЙ ВИБРОЗАЩИТНОЙ СИСТЕМЫ.....	102
К.К. Кадомский, А.Л. Краснико ПРИМЕНЕНИЕ ИТЕРАТИВНЫХ МЕТОДОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ В ЗАДАЧЕ ВЫДЕЛЕНИЯ РЕЖИМОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПАРОВОДЯНОГО ТРАКТА ЭНЕРГОБЛОКА СКД.....	106
Л.Н. Клинцов КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА ВРАЩАЮЩЕЙСЯ НИТИ С ОКРУЖАЮЩИМИ ЕЕ НАГРЕТЫМИ СТЕРЖНЯМИ.....	110
В.А. Костин, И.А. Прибылько МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОПИСАНИЮ СВАРИВАЕМОСТИ СТАЛЕЙ.....	114
И.Д. Котляров АДАПТАЦИЯ ДОХОДНО-РИСКОВОГО ПОДХОДА К РАСЧЕТУ СТАВКИ РОЯЛТИ ПРИ ОТСУТСТВИИ ИНФОРМАЦИИ О ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ВЕРОЯТНОСТИ ВЫЖИВАНИЯ ФРАНЧАЙЗИ.....	117
М.В. Лапа, К.Н. Маловик СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ ЗНАНИЙ ЭКСПЕРТОВ О РЕСУРСОСПОСОБНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ.....	120
В.И. Легенький ОБ УСЛОВИЯХ СИММЕТРИИ УПРАВЛЯЕМЫХ СИСТЕМ.....	123
В.В. Литвинов, А.П. Сёмик, А.А. Сергеев ПРОЕКТ ПОДСИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ШАХТНОГО ПЕРСОНАЛА И ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ РАДИОСЕТИ ASNET.....	124
К.С. Курочка, Е.В. Лозовская КОНЕЧНОЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ В СЕЧЕНИЯХ ПРЯМОУГОЛЬНОГО СТЕРЖНЯ.....	125
А.Л. Ляхов, С.П. Алешин ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ БАЗОВЫХ ФУНКЦИЙ МОДЕЛИ СЛОЖНОЙ СОЦИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ РЕШЕНИЙ.....	127
Н.А. Марьина, В.В. Можаровский МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСЧЕТА МНОГОСЛОЙНЫХ ГЕТЕРОГЕННЫХ ПОКРЫТИЙ.....	130
А.Л. Ляхов, М.И. Демиденко ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИМ ДИАГНОСТИЧЕСКИМ КАРДИОСИСТЕМАМ.....	133
О.Л. Ляхов, Н.А. Фурсова, С.В. Вирьовкін, С.О. Захаров МІЖНАРОДНІ РЕЙТИНГОВІ МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ВНЗ.....	138
О.Л. Ляхов, Н.А. Фурсова, С.В. Вирьовкін, С.О. Захаров РЕЙТИНГОВІ МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ВИКЛАДАЧІВ ТА СТРУКТУРНИХ ПІДРОЗДІЛІВ У ВНЗ.....	141
В.В. Можаровский, Д.С. Кузьменков, В.В. Можаровский, С.В. Шилько АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТРУБ С ППУ-ОЦМ ИЗОЛЯЦИЕЙ И ОБОЛОЧКИ ПИ-ТРУБ.....	145
Н.В. Сеспелес Гарсия ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВАРИАЦИИ НАРАБОТКИ ДО ОТКАЗА СИСТЕМЫ С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ ЭЛЕМЕНТОВ.....	149
А.Ю. Невдаха, Г.Б. Філімоніхін ВИКОРИСТАННЯ 3D МОДЕЛІ РОТОРА БАРАБАННО- ДИСКОВОГО ТИПА ДЛЯ АІРБАЦІ ТЕХНОЛОГІІ СКЛАДАННЯ РОТОРІВ ГТД МЕТОДОМ ДВОХ ПРОБНИХ СКЛАДАНЬ.....	152
Е.В. Никитенко РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОГО СВАРОЧНОГО КОМПЛЕКСА.....	155

О.М. Пигнастый СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ЭНТРОПИЙНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.....	159
І.В. Волков, С.В. Подольний МЕТОД ПОБУДОВИ МАТРИЦІ ІНЦИДЕНТНОСТІ ДЛЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ЗМІШАНОГО ТИПУ.....	163
Д.В. Рагозін МОДЕЛЮВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ.....	166
Д.В. Рагобильская РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ ВЕРОЯТНОСТНО- АЛГЕБРАИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	170
Е.В. Рындич, А.А. Барташ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА ПАССАЖИРОПОТОКА В ОБЩЕСТВЕННОМ ТРАНСПОРТЕ.....	173
С.В. Риндич, В.В. Боженок МОДЕЛЮВАННЯ ПОТОКУ ПАСАЖИРІВ НА ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЯХ.....	177
Ю.В. Коляда, К.А. Семашко ДИНАМІКА ОБСЯГУ ТІНЬОВОЇ ЕКОНОМІКИ 3-ЗА УМОВИ НАРОЩУВАННЯ ЛЕГАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА.....	180
В.С. Смородин, В.В. Романенко ПРОЕКТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ.....	183
К.Ю. Соловчук СИСТЕМИ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ НА ОСНОВЕ ВСТРОЕННЫХ ПРЕВДОБРАТНЫХ МОДЕЛЕЙ.....	185
І.В. Стеценко ПЕТРІ-ОБ'ЄКТНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ.....	189
В.В. Литвинов, І.В. Стеценко МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМ РУХОМ З ВИКОРИСТАННЯМ ПЕТРІ- ОБ'ЄКТНОГО ПІДХОДУ.....	191
Е.И. Сукач, Д.В. Рагобильская, А.Б. Демуськов О РЕАЛИЗУЕМОСТИ СЕТЕВЫХ СТРУКТУР- ЧЕТЫРЕХПОЛУСНИКОВ В ПРОЦЕССЕ ИХ СИНТЕЗА.....	194
І.І. Філімоніхіна, Г.Б. Філімоніхінін МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ОБЕРТОВИХ ІЗОЛЮВАНИХ МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ В SOLIDWORKS 3 ВИКОРИСТАННЯМ МОДУЛЯ COSMOS MOPION.....	198
Д.В. Черненко, М.Ф. Жовнір МОДЕЛЮВАННЯ БЕЗПРОВІДНИХ СЕНСОРІВ НА ПОВЕРХНЕВИХ АКУСТИЧНИХ ХВИЛЯХ.....	200
М.Л. Крикало, Ю.А. Чернявский ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИММИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ РУКОВОДЯЩИХ КАДРОВ.....	203
І. Чобаль, І. Різак, В. Різак АВ ІНІТІО МОДЕЛЮВАННЯ СТРУКТУРИ ТА ЕЛЕКТРОННИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАНОРОЗМІРНИХ КЛАСТЕРІВ БОРАТІВ ЛУЖНИХ МЕТАЛІВ.....	206
Н.Л. Ющенко, А.О. Мороз ДО ПИТАННЯ УПРАВЛІННЯ МАТЕРІАЛЬНИМИ ЗАПАСАМИ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕКОНОМІКО- МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ.....	207
А.Г. Ясев, В.Г. Расчубкин МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ В УЗЛАХ ТРЕНИЯ.....	210
Н.А. Фурсова ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ РЕГІОНАЛЬНИМ РОЗВИТКОМ.....	214

СЕКЦІЯ З СУЧАСНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОГО ТА ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ В ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ	218
John N. Davies TERRAIN MODELING FOR IEEE802.11N NETWORKS	219
A. Tarvo SIMULATING PERFORMANCE OF MULTITHREADED PROGRAMS	222
И.А. Адуцкевич МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БЕСПРОВОДНЫХ ОДНОРАДНОВЫХ СЕТЕЙ С ЯЧЕЙСТОЙ ТОПОЛОГИЕЙ	226
А.М. Акименко ЙМОВІРНІСНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	230
П.Г. Бивойно НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС З ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	232
И.В. Богдан ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	234
А.М. Братаніч, С.О. Вахніч, В.В. Литвинов ЕВОЛЮЦІЯ ПРОГРАМНИХ ТА АПАРАТНИХ ЗАСОБІВ ЗАВАНТАЖЕННЯ І ВСТАНОВЛЕННЯ ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМ ПО МЕРЕЖІ	236
В.В. Семкин, А.М. Чугай МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТНОШЕНИЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ, ПОСТРОЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ ШАРОВ И ЦИЛИНДРОВ	238
А.І. Вавіленкова ВИЯВЛЕННЯ КОМПОНЕНТІВ ЗМІСТУ В РЕЧЕННЯХ ПРИРОДНОЇ МОВИ	240
Е.Н. Гайтан ЯЗЫК МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОГРАММНЫХ АРХИТЕКТУРНОАРЕ SYSMOD. ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ, ПОСТРОЕНИЕ ДИАГРАММЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ	242
Е.Н. Гайтан, С.М. Перетяцько ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАСОБІВ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ARENA ROCKWELL SOFTWARE І GPSS WORLD STUDENT VERSION	244
Д.Г. Діленко ХМАРНІ ОБЧИСЛЕННЯ OPENGPSS CLOUD	249
А.Л. Ляхов, Д.Н. Гвоздик ЯЗЫК АНАЛИТИК-2010. ОСОБЕННОСТИ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	253
И.И. Горбань МНОГОЗНАЧНЫЕ ДЕТЕРМИНИРОВАННЫЕ ВЕЛИЧИНЫ И ФУНКЦИИ	257
К.В. Двірничук, В.А. Стоян ПРО АЛГОРИТМ ОБЕРЕННЯ ЛІНІЙНИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ З РОЗПОДІЛЕНИМИ ПАРАМЕТРАМИ	261
Д.Г. Діленко ПОРІВНЯННЯ ТОЧНОСТІ ПІДРАХУНКУ ЧИСЛА ПІ У СИСТЕМАХ МОДЕЛЮВАННЯ OPENGPSS, GPSS/WORLD TA ANYLOGIC	264
І.М. Погребнюк, В.М. Томашевський ЗАСТОСУВАННЯ МЕРЕЖ ПЕТРІ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ СЦЕНАРІВ АДАПТИВНОГО НАВЧАННЯ	267
Н.С. Емельяненко ВЫВОД ГАРАНТИРОВАННОЙ ОЦЕНКИ ТОЧНОСТИ ДЛЯ МОДЕЛЬНОЙ ЗАДАЧИ О РЮКЗАКЕ С МОНОТОННЫМИ СЕПАРАБЕЛЬНЫМИ ФУНКЦИЯМИ	271
Т.І. Сфімова, О.В. Федухін, О.М. Шалейко МОДЕЛЮВАННЯ ЖИВУЧИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ	273

С.В. Живило, О.М. Одарущенко АРХИТЕКТУРА ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОЦЕНКИ ГОТОВНОСТИ ИТ-ИНФРАСТРУКТУРЫ.....	276
В.В. Литвинов, А.А. Задорожний РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА СОЗДАНИЯ БЛОЧНЫХ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ГРУППОВОГО УЧЕТА АРГУМЕНТОВ.....	280
Е.П. Ильина МОДЕЛИ ЗНАНИЙ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ.....	284
О.М. Казачкова, В.Л. Косолапов, С.І. Сулерсон, В.О. Ковтун РОЗРОБКА АГРЕГОВАНИХ ДИНАМІЧНИХ МОДЕЛЕЙ СКЛАДНИХ ОБ'ЄКТІВ ДЛЯ ПРОБЛЕМНО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ.....	288
О.В. Бісікало, Г.О. Кириленко РОЗКОБКА МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЦЬ РЕЧЕННЯ.....	291
В.А. Коротков МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СПЕКТРАЛЬНЫХ ОПТИЧЕСКИХ КРИВЫХ, ПЕРЕКРЬВАЮЩИМИСЯ ГАУСИАНАМИ.....	293
В.А. Коротков ОТ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОСТЫХ СИСТЕМ К МОДЕЛИРОВАНИЮ СЛОЖНЫХ (СИНЕРГЕТИКА).....	296
А.И. Косолап, А.С. Перетягтько ПРИМЕНЕНИЕ ЗАДАЧИ ПОЛУОПРЕДЕЛЕННОЙ ОПТИМИЗАЦИИ В ЗАДАЧЕ ЛОКАЛИЗАЦИИ ДАТЧИКОВ В СЕТИ.....	300
Г.В. Кузьменко ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ РОЗПОДІЛЕНОГО ЗБЕРІГАННЯ ФАЙЛІВ З РЕГУЛЬОВАНОЮ НАДЛІШКОВІСТЮ.....	303
С.Н. Лапач, С.Г. Радченко ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ.....	305
Н.Н. Масалитина АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ.....	309
А.А. Муха ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СХЕМИ КОНТРОЛЯ В ІНТЕГРОВАНОЇ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОЇ СРЕДЕ МАТЛАВ SIMULINK.....	313
Ю.В. Нікольський, М.В. Давидов, С.М. Тиханський, Т.І. Завалій МОДЕЛЮВАННЯ ВІЗУАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ УКРАЇНСЬКОЇ ЖЕСТОВОЇ МОВИ.....	316
В.П. Пасько МОДЕЛИРОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ НЕВОССТАНАВЛИВАЕМОЙ КВАЗИМОСТИКОВОЙ СТРУКТУРЫ В СРЕДЕ RELIABMOD.....	320
А.О. Пашко ОЦІНКА ТОЧНОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ СУБГАУССОВИХ ВИПАДКОВИХ ПОЛІВ НА СФЕРІ.....	322
О.С. Пічугіна МОДЕЛЬ ОДНІЄЇ ЗАДАЧІ ДВОВИМІРНОГО УПАКУВАННЯ ТА ПОЛІЕДРАЛЬНИЙ ПІХІД ДО ПІ РОЗВ'ЯЗАННЯ.....	325
Н.В. Плота ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ МІЖ ПОКАЗНИКОМ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ ІНФОРМАЦІЇ ТА СЕРЕДНЬОЮ ПОХИБКОЮ РОЗПІЗНАВАННЯ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ НАЙВНОГО КЛАСИФІКАТОРА БАЙЄСА З БІНАРНИМ ПРОСТОРМ ОЗНАК.....	329
В.В. Казимир, О.А. Пріла ФРЕЙМВОРК ДЛЯ РОЗРОБКИ GRID-ЗАСТОСУВАНЬ З ПІДТРИМКОЮ ЗАДАЧ РОЗПОДІЛЕНОГО МОДЕЛЮВАННЯ.....	332

С.Г. Радченко, С.Н. Лапач ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ МНОЖЕСТВЕННОГО РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА.....	337
А.І. Роговенко, О.А. Баргамін ЗМІШАНЕ ПОВЕДІНКОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ НА ОСНОВІ КОДУ РІДА-СОЛОМОНА.....	341
О.Н. Одарущенко, А.А. Руденко, Е.Б. Одарущенко, З.Н. Руденко ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНОГОФРАГМЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ С УЧЕТОМ ВТОРИЧНЫХ ДЕФЕКТОВ.....	344
В.І. Салапагов ОПИС ПРОГРАМ ЗА ДОПОМОГОЮ РОЗШИРЕНИХ КІНЦЕВИХ АВТОМАТІВ.....	346
И.Л. Сандлер РЕКУРРЕНТНЫЙ СХОДЯЩИЙСЯ АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ МНОГОМЕРНЫХ ПО ВХОДУ И ВЫХОДУ РАЗНОГО ПОРЯДКА ЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ПОМЕХОЙ НАБЛЮДЕНИЙ В ВЫХОДНОМ СИГНАЛЕ.....	348
А.Л. Зинченко ПРЕДМЕТНО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ РАЗРАБОТКА СЛОЖНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ.....	351
І.С. Скітер ВИКОРИСТАННЯ МОДИФІКОВАНОГО МЕТОДУ DEA-АСФ ДЛЯ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНТЕГРАЦІЇ СИСТЕМ.....	353
С.С. Стоянченко ВИКОРИСТАННЯ ПАТЕРНУ ІНВЕРСІЇ КОНТРОЛЮ ДЛЯ РОЗРОБКИ GPSS-ПОДІБНОЇ СИСТЕМИ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ.....	357
А.А. Тимченко ЛОГКО-ДИНАМІЧНІ СИСТЕМИ. ПІДСУМКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ.....	360
М.В. Фенюк ПОБУДОВА МОДЕЛІ ШИФРУВАННЯ АУДІО СИГНАЛУЗ ВИКОРИСТАННЯМ АУДІО КОДЕКСІВ.....	362
В.В. Казимир, М.В. Харченко, Н.П. Каревина МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЄДИНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО ВІКНА.....	366
О.Г. Харченко, І.О. Болнарчук МОДЕЛІ ОПТИМІЗАЦІЇ АРХІТЕКТУРИ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ.....	368
В.В. Литвинов, І.В. Хоменко СИНТЕЗ ГРАФІЧНИХ ЗАВДАНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ПАРАМЕТРИЧНИХ МОДЕЛЕЙ.....	372
Т.В. Шарий МНОГОУРОВНЕВАЯ ПОСТОБРАБОТКА РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ В КОМАНДНЫХ СИСТЕМАХ ГОЛОСОВОГО УПРАВЛЕНИЯ.....	375
В.А. Бичко, Ю.Є. Шоломій АЛЬТЕРНАТИВНИЙ МЕТОД ШВИДКОГО ПРОЕКТУВАННЯ ТРИВИМІРННИХ ОБ'ЄКТІВ.....	379
Е.А. Якимов, Д.М. Албкейрат, А.А. Ковалевич О СИГНУЛЯРНОМ СПЕКТРАЛЬНОМ АНАЛИЗЕ ЧИСЛОВЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ДАННЫХ В НОРМИРОВАННОМ ВИДЕ.....	381
Е.А. Якимов, Н.М. Чапаров, Д.М. Албкейрат О КРАЕВОМ ЭФФЕКТЕ ПРИ СИГНУЛЯРНОМ СПЕКТРАЛЬНОМ АНАЛИЗЕ ЧИСЛОВЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ДАННЫХ.....	384
А.В. Ярмілко, Д.С. Приходько ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЙ ПОВЕДІНКИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО МОДУЛЯ ЗА ЙОГО ПОТОЧНИМ СТАНОМ.....	386



ставлена у вигляді управляючої Е-мережі. Для її формалізації зручно використовувати розширений визначенням SEN формат структурованої мови PNLML, що є підмножиною XML [2]. З представленої у форматі XML моделі можна побудувати XML схему, яка б описала структуру даних моделі і дала можливість побудувати об'єктну модель системи.

Таким чином, розроблена на основі запропонованої моделі веб-орієнтована програма система дозволить спростити процес проходження акредитації та ліцензування ВНЗ шляхом автоматизації певних дій, які в даний час суттєво залежать від людського фактору і, в основному, пов'язані із переміщенням документів.

#### Література

1. Тимчасовий порядок надання адміністративних послуг [Ел. ресурс] / Спосіб доступу <http://zakon2.gada.gov.ua/laws/show/737-2009-%D0%BF>.
2. Казимир В.В. Модельно-орієнтоване управління інтелектуальними вирободствами і системами: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук : 05.13.06 / Казимир Владимир Викторович. – К., 2005. – 328 с.

УДК 004.415.5

#### МОДЕЛІ ОПТИМІЗАЦІЇ АРХІТЕКТУРИ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ

О.Г. Харченко, І.О. Боднарчук

Національний авіаційний університет, Україна

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

Розробка програмного забезпечення на сьогоднішній час – це складний процес, до якого залучається велика кількість різноманітних спеціалістів. Природним чином, всі учасники розробки програмних систем (ПС) орієнтовані на досягнення позитивного результату своєї роботи, тобто на успішне завершення проекту. У зв'язку з цим впровадження контролю якості не тільки кінцевого продукту, але і на проміжних етапах його створення набуває важливого значення. Адже неправильні рішення на ранніх етапах життєвого циклу програмного продукту ведуть до невдалого завершення проекту, його відхилення. Таке, на жаль стається з великим відсотком усіх програмних проєктів – за різними джерелами лише від 10 % до 28 % усіх проєктів закінчуються успішно, біля 30 % – 40 % потребують додаткових затрат на їх завершення, а від 10 % до 18 % відхиляються взагалі. Такий стан речей зумовлений перш за все неналежним контролем якості розроблюваного продукту.

Звичайно, що говорючи про якість, потрібно мати на увазі її атрибути, які піддаються кількісному оцінюванню. Тобто треба мати модель якості програмної системи. Наявність міжнародних стандартів на якість програмних систем, на їх життєвий цикл значно полегшує розуміння понять якості.

Більше того, стандарт ISO 12207 містить визначення процесів управління і гарантії якості [1]. Проблема полягає в тому, що для автоматизації процесів проєктування та контролю і гарантування якості потрібна наявність формального апарату.

Згідно стандарту ISO 25010 якість програмного забезпечення містить дві моделі: якість у використанні та якість програмного продукту. В загальному ці моделі складаються з характеристик, підхарактеристик та властивостей:

$$Q_u = \{H_i^u, S_j^u, P_k^u\}; \quad i = \overline{1,5}; \quad j = \overline{1, n_u}; \quad k = \overline{1, m_u}, \quad (1)$$

$$Q_p = \{H_i^p, S_j^p, P_k^p\}; \quad i = \overline{1,8}; \quad j = \overline{1, n_p}; \quad k = \overline{1, m_p}. \quad (2)$$

Тут  $Q_u$  та  $Q_p$  – показники якості у використанні та якості програмного продукту відповідно;

$H_i^u$  та  $H_i^p$  –  $i$ -ті характеристики якості у використанні та якості програмного продукту відповідно;

$S_j^u$  та  $S_j^p$  –  $j$ -та підхарактеристика  $i$ -ї характеристики якості у використанні та  $j$ -та підхарактеристика  $i$ -ї характеристики якості програмного продукту відповідно;

$P_k^u$  та  $P_k^p$  –  $k$ -та властивість  $j$ -ї підхарактеристики якості у використанні та якості програмного продукту відповідно.

Звичайно, що дані моделі є моделями якості кінцевого програмного продукту. Вони можуть бути отримані від замовника цього продукту через пропонування йому заповнити певні форми чи шаблони для опису цих вимог або методики на основі покрокового уточнення характеристик системи, як функціональних, так і вимог до якості.

Але якість кінцевого програмного продукту задається якістю проміжних продуктів: архітектури, програмних модулів, функцій і процедур і тощо. У зв'язку з цим є проблема комунікації вимог до готового програмного продукту на вимоги до цих проміжних продуктів. Для комунікації вимог можуть використовуватись методи QFD [4], метод асоціацій.

Одним із визначальних етапів, на котрому приймаються усі подальші рішення з розробки програмної системи, є розробка архітектури. Формалізація процесу збору вимог до ПС та на цій основі побудова ще однієї моделі – моделі вибору архітектури проєктованої ПС – задача, котру можна дослідити.

На основі отриманої специфікації вимог якості до програмної системи і вибору серед них вимог до архітектури цієї системи можна приступати до розробки самої архітектури. На сьогодні найбільш широко використовуваним підходом до проєктування архітектури ПС є використання шаблонів (патернів) проєктування, який полягає у виборі з множини аль-

тернативних варіантів оптимального відповідно до сукупності критеріїв якості [2].

Тобто виникає потреба з декількох альтернативних архітектурних рішень, що реалізують сформульовану специфікацію якості ПС у використанні, вибрати один найкращий.

Якість ПС (а також її архітектури) у відповідності із стандартом ISO 25010 є ієрархічною структурою, яка має рівні характеристик (підхарактеристик), атрибутів. Тому задача вибору оптимальної архітектури з множини альтернатив за сукупністю критеріїв якості є задачею багатокритеріальної оптимізації на ієрархічній структурі.

Для зведення цієї задачі до задачі скалярної оптимізації необхідно знайти вагові множники  $w_j, j = \overline{1, m}$  критеріїв  $E_j^3$  якості для кожної альтернативної архітектури  $A_i, i = \overline{1, n}$ .

Для цього в методі аналізу ієрархії будуться матриці парних порівнянь  $\Gamma(\gamma_{ij}), i, j = \overline{1, m}$  для кожної альтернативи  $A_i$ . Тут  $\gamma_{ij}$  означає, наскільки критерій  $E_i^3$  важливіший від  $E_j^3$  по впливу на елемент верхнього рівня. Значення  $\gamma_{ij}$  визначаються експертами за дев'ятибальною шкалою.

Значення вагових множників  $w_i, i = \overline{1, m}$  знаходяться як компоненти власного значення матриці  $\Gamma(\gamma_{ij})$ , які відповідають максимальному характеристичному числу  $\lambda_{max}$  матриці  $\Gamma(\gamma_{ij})$ .

Однак, такий підхід дає гарні результати, якщо коефіцієнти матриці  $\Gamma(\gamma_{ij})$  є узгодженими, тобто  $\gamma_{ij} = w_i/w_j, \forall \gamma_{ij} \in \Gamma$ . Відомо, що коли кількість критеріїв  $m > 7$ , матриця є неузгодженою і отримати прийнятні значення  $w_i$  на матриці  $\Gamma(\gamma_{ij})$  неможливо [3]. А для програмних систем кількість властивостей значно перевищує цю кількість. Тому потрібно модернізувати стандартний метод аналізу ієрархії Сааті для забезпечення можливості його використання для задачі вибору оптимальної архітектури.

В якості міри неузгодженості можна взяти наступні вирази:

$$(w_i - \gamma_{ij} w_j)^2 \text{ або } |w_i - \gamma_{ij} w_j| \quad (3)$$

Коефіцієнти узгодженості  $K(w^*)$  вагових коефіцієнтів  $w_i^*$  (де  $w_i^*$  – знайдені коефіцієнти) визначаються виразом:

$$K(w^*) = \frac{1}{n-1} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \frac{1}{\gamma_{ij}} \left| \frac{w_i^*}{w_j^*} - \gamma_{ij} \right| \quad (4)$$

Для знаходження ваг критеріїв по матриці парних порівнянь розглянемо наступну оптимізаційну задачу:

$$\min_{\{w_i\}_{i=\overline{1, n}}} \sum_{j=1}^n |w_i - \gamma_{ij} w_j| \quad (5)$$

$$1 \leq w_i, i = \overline{1, n}$$

Використовуючи підстановку  $w_i - \gamma_{ij} w_j = y_{ij}^+ - y_{ij}^-, y_{ij}^+ \geq 0, y_{ij}^- \geq 0$ , отримаємо:

$$\min_{\{w_i, y_{ij}^+, y_{ij}^-\}_{i=\overline{1, n}, j=\overline{1, n}}} \sum_{j=1}^n (y_{ij}^+ + y_{ij}^-) \quad (6)$$

$$w_i - \gamma_{ij} w_j = y_{ij}^+ - y_{ij}^-, y_{ij}^+ \geq 0, y_{ij}^- \geq 0, w_i \geq 1, i = \overline{1, n} \quad (7)$$

Задача (6), (7) є задачею лінійного програмування. Для неї інтегральна міра узгодженості визначається як  $\sum_{i,j} |w_i^* - \gamma_{ij} w_j^*|$ , а міра узгодженості вагових коефіцієнтів визначається по (4). Можна показати, що розв'язок цієї задачі дає такий же результат, що і (3).

Таким чином, задача знаходження ваг  $w_i^*$  зводиться до задачі лінійного програмування (6), (7). Розв'язавши цю задачу для кожної конкретної альтернативи  $A_k$ , отримаємо набори вагових коефіцієнтів  $\{w_i^k\}_{i=\overline{1, m}, k=\overline{1, n}}$  і таким чином обчислити показники інтегральної якості варіантів архітектури:

$$\Psi_k = \sum_{i=1}^{m_2} w_i \cdot E_i^3 \quad (8)$$

Вибір найкращої архітектури виконуємо по максимальному значенню  $\Psi_k$ .

Викладене дає можливість зробити висновок, що застосування методів математичної формалізації та методів оптимізації дає можливість більш ефективно вирішувати задачі програмної інженерії, які стосуються розробки та верифікації вимог до ПС, а також при проектуванні архітектури. Застосування формальних методів є також основою автоматизації цих процесів.

#### Література

1. ISO/IEC 12207 Software life cycle processes.
2. Брауде Э. Технология разработки программного обеспечения. – СПб.: Питер, 2004. – 655 с.: ил.
3. Saaty T., Vargas L. Decision Making with the Analytic Network Process. – N.Y.: Springer, 2006. – 278p.

4. Харченко О.Г. Проекування архітектури web-застосувань на основі моделі якості / О.Г. Харченко, І.О. Галай, І.О. Боднарчук, В.В. Яцишин // Інженерія програмного забезпечення. №4, 2010, с. 26 – 34.

УДК 681.5.015

### СИНТЕЗ ГРАФІЧНИХ ЗАВДАНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ПАРАМЕТРИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

В. В. Литвинов, І. В. Хоменко

*Інститут проблем математичних машин і систем НАН України*

Створення графічних завдань із дисциплін, насичених комп'ютерною інженерною графікою – досить трудомістка та мало автоматизована задача. Сучасні засоби комп'ютерного геометричного моделювання можуть бути корисними у розв'язанні даної проблеми. Параметричні моделі допускають широкі діапазони зміни геометрії моделі при зміні лише декількох числових значень у таблиці параметрів.

Автори пропонують створити реально генеруючу систему для створення великої бази графічних завдань із дисциплін, насичених інженерною графікою (на прикладі курсу «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка»). Для створення графічних завдань використовується параметричний метод генерації завдань.

Генеруюча система графічних завдань, яка реалізує можливість створення бази графічних завдань із параметризованих об'єктів може бути використана у методичних розробках та навчальному процесі для створення збірників завдань та комп'ютерних навчачих систем для індивідуальної та самостійної роботи студентів, автоматизованої перевірки отриманих розв'язків та об'єктивного оцінювання знань студентів.

Інтелектуальні системи та технології досить інтенсивно впроваджуються у процеси управління виробничими та організаційними структурами. Розвиваються процеси комп'ютеризації навчання у вищих та середній навчальних закладах. Важливою складовою будь-якого машинного навчання є контроль знань. Процес створення завдань із дисциплін, насичених інженерною комп'ютерною графікою досить трудомісткий, потребує високої кваліфікації розробника та досі слабо автоматизований.

Заступення автоматизації формування завдань можна виділити системи генерації чотирьох основних типів [1]: 1) системи із послідовною вибіркою завдань із бази готових завдань; 2) системи із вибіркою завдань із бази готових завдань за одним із критеріїв: довільний вибір наступного завдання; вибір завдання відповідної складності в залежності від підготовленості студентів; 3) вибір типу завдання залежно від індивідуальних особливостей студентів; 4) системи із автоматичним формуванням завдань та розв'язків до них; системи із автоматичним формуванням завдань та розв'язків до них безпосередньо із навчального матеріалу курсу.

Системи третього типу дозволяють звільнити викладача від тиражування власних завдань та розв'язків до них. Однак, у таких системах накладаються певні обмеження на тип та форму завдань. У даній роботі автори представляють розроблений інструментарій генерації графічних завдань для навчальної системи, яка відноситься до систем генерації саме третього типу. Для створення завдань у представленому інструментарії використовується параметричний метод генерації графічних завдань.

При застосуванні даного методу генерації створені графічні завдання представляють собою різні рівноцінні варіанти, отримані із параметризованого шаблону завдання, створеного викладачем. При параметризації завдань використовується поняття моделі завдання [2].

Розглядаючи метаматематику навчальної системи, графічні завдання можна представити у вигляді сукупності тексту  $K$  та геометричних елементів  $f_1(x_1, \dots, x_m), f_2(x_1, \dots, x_m), \dots, f_k(x_1, \dots, x_m)$ , де  $(x_1, \dots, x_m)$  – змінні параметри завдання.

У більшості дисциплін при створенні різних варіантів завдань тексти завдань, загальне розміщення геометричних елементів та розв'язування залишаються сталими, а  $f_1, \dots, f_k$  залежать від числових параметрів варіанту. Позначимо змінні параметри завдання  $P_1, \dots, P_n$ , нехай  $r$  із них – незалежні. Тоді при фіксованому тексті завдання та геометричних елементах  $f_1(P, x), \dots, f_k(P, x)$  кожне значення являє собою екземпляр, який належить параметризованому сімейству завдань, заданому функцією  $F_1(P_1, \dots, P_n)$ . Накладаючи обмеження на вектор  $P$  та вводячи залежності між  $P_1, \dots, P_n$  (назвемо ці умови  $U_p$ ), отримуємо різні, але однотипні та рівноцінні завдання.

Відповідно до даної моделі ставилась задача генерації сімейства завдань за параметризованим шаблоном, який містить  $K, f_1(P, x), \dots, f_k(P, x)$  та  $U_p$ .

На основі представленої моделі задачі та параметричному методі генерації завдань, а також із необхідності створення інтерактивних завдань, у системі створюються шаблони інтерактивних завдань (матриці). Такі шаблони містять: текст завдання, структуровані геометричні елементи та обмеження  $U_p$  (умови перебору). Під структурованістю геометричних елементів розуміється визначення зв'язків між окремими геометричними елементами.

Блок-схема алгоритму генерації графічних завдань наведена на рисунку 1.

Підписано до друку 18.06.2012 р. Формат 60x84/16.  
Ум. друк. арк. 24,12. Обл.-вид. арк. 23,7.

Тираж 130 прим. Замов. № 67/12

---

Редакційно-видавничий відділ  
Чернігівського державного технологічного університету  
14027, Україна, Чернігів, 27, вул. Шевченко, 95  
Свідомство про внесення до Державного реєстру України суб'єктів  
видавничої справи ДК №840 від 04.03.2002 р.