

Міністерство освіти і науки України
Національна академія наук України
Академія технологічних наук України
Інженерна академія України
Інститут проблем математичних машин і систем НАН України
Університет Глїндор, м. Рексхем, Великобританія
Технічний університет Лодзі, Польща
Технічний університет м. Рига, Латвія
Технічний університет м. Талїн, Естонія
Університет Екстрамадура, м. Бадахос, Іспанія
Гомельський державний університет ім. Ф.Скорини, Білорусь
Інститут прикладної математики імені М.В. Келдиша РАН, Росія
НТУ України «Київський політехнічний інститут»
Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка
Чернігівський національний технологічний університет

**ДЕВ'ЯТА МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ**

23-27 червня 2014р.

**МАТЕМАТИЧНЕ ТА ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ
МОДС 2014**

Тези доповідей

Жукин 2014

УДК 004.94(063)
ББК 22.193(06)
М 34

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

Дев'ята міжнародна науково-практична конференція “Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС 2014”. Тези доповідей. – Жукин. – 2014. – 23-27 червня 2014р. – 433 с.

У збірник включені тези доповідей, які були представлені на конференції “Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС 2014”. 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, ЧНТУ – голова
Литвинов В. В. д.т.н., професор, ЧНТУ
Задорожній А.О., ЧНТУ
Посадська І.С., ЧНТУ
Посадська А.С., ЧНТУ

УДК 004.94(063)
ББК 22.193(06)

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1 СУЧАСНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОГО ТА ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ В ЕКОЛОГІЇ

19

В. І. Кошебуцький
МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ РАДІОАКТИВНОГО
ЗАБРУДНЕННЯ ЛЬДОВИМ ПОКРИВОМ.....20

S. Anulich, I. Ievdin, I. Kovalets, S. Andronopoulos
INTEGRATION OF THE SUBSYSTEM OF METEOROLOGICAL
FORECASTING BASED ON WRF MESOSCALE MODEL
IN FRAME OF THE EU NUCLEAR DECISION SUPPORT
SYSTEM JRODOS.....21

М.Железняк, Р.Демченко, П.Дикий, М.Сорокин
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОБСТВЕННЫХ ЧАСТОТ
ГАВАНЕЙ С ПОМОЩЬЮ НЕЛИНЕЙНОЙ
НЕГИДРОСТАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ SWASH24

Г.И. Казакевич
О ВОЗМОЖНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕОДНОМЕРНЫХ
ФОРМ ИЗГИБНОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ ЗЕМНОЙ КОРЫ.....27

С.В. Шатохін, А.І. Заславський, О.В. Шатохіна, О.І. Удовенко
ПРО МОДЕЛІ ОБМІНУ ДАНИМИ У СИСТЕМІ ПІДТРИМКИ
КЕРУВАННЯ СТАНОМ ТЕРИТОРІЇ УРАНОВИХ
ХВОСТОСХОВИЩ28

Л.М Клінцов, Ю.В. Шатохіна
ПРОГНОЗУВАННЯ СИТУАЦІЇ ЗАГАЛЬНОГО ЗАБРУДНЕННЯ
ЧЕРНІГІВЩИНИ30

Ю.В. Шатохіна, О.В. Ковальов, С.Н. Лапач
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ У ПРОЦЕСАХ
ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД33

С.Л. Данилюк ЗАСТОСУВАННЯ БАЛАНСОВИХ МОДЕЛЕЙ НА БАЗІ СПОСТЕРІГАЧА ВОЛЬТЕРРІВСЬКОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ВОЄННО-ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ ВІД БОЙОВИХ ДІЙ І ВІЙСЬКОВИХ НАВЧАНЬ НА ДОВКІЛЛЯ	36
О.І. Лисенко, С.М. Чумаченко ЗАСТОСУВАННЯ СЦЕНАРНОГО ПІДХОДУ ДЛЯ РОЗРОБКИ МОДЕЛЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ПРИРОДНОГО ТА ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ	39
О. Броварець МАТЕМАТИЧНИЙ АПАРАТ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГНОСТИЧНО - КОМПЕНСАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ЗМІННИХ НОРМ ВНЕСЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО МАТЕРІАЛУ НА ОСНОВІ УТОЧНЕНИХ ДАНИХ ҐРУНТУ	43
І.О. Бровченко БАГАТОФРАКЦІЙНА МОДЕЛЬ ПЕРЕНОСУ СУМІШІ ЗВ'ЯЗНИХ ТА НЕЗВ'ЯЗНИХ НАМУЛІВ В ЖОВТОМУ МОРІ	46
Г.Б. Ефимов, М.В. Ефимова ПЕРВЫЕ МОДЕЛИ ГЛОБАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ В ИПМ АН СССР	49
А.В. Кац, А.П. Огуленко МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНФЕКЦИЙ НА ВРЕМЕННЫХ ШКАЛАХ	53
Р.В. Беженар, В.С. Мадерич, К.-Т. Jung МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ РАДІОНУКЛІДУ 90SR В ПІВНІЧНО-ЗАХІДНІЙ ЧАСТИНІ ТИХОГО ОКЕАНУ: АВАРІЯ НА АЕС ФУКУСИМА НА ФОНІ ІСТОРИЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ	56
С.Л.Кивва, М.И.Железняк, С.П.Коломиец МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТА 137CS ВО ВРЕМЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ДОЖДЕВЫХ ПАВОДКОВ В ВОДОХРАНИЛИЩАХ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В ЗОНЕ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ НА АЭС ФУКУСИМА ДАЙИЧИ	59

А.Н. Серебровский ИММИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ОЦЕНИВАНИИ ТЕХНОГЕННОЙ ОПАСНОСТИ.....	61
Е.В. Терлецкая, В.С. Мадерич, И.О. Бровченко ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВНУТРЕННИХ УЕДИНЕННЫХ ВОЛН ВТОРОЙ МОДЫ С ПОДВОДНОЙ СТУПЕНЬКОЙ	64
А.Н.Титенко СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧИСЛЕННОГО И АНАЛИТИЧЕСКОГО МЕТОДОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ (ММ) НА ПРИМЕРЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ В ЧАСТИЦЕ ГРАФИТА ПРИ ТЕПЛОВОМ ОБЛУЧЕНИИ	67
В.В. Бегун, А.А. Сергеев, Т.З. Фідаров ОСНОВИ МЕТОДОЛОГІЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ СИСТЕМИ ОХОРОНИ ПРАЦІ УКРАЇНИ В ДЕРЖАВНУ СЛУЖБУ ОХОРОНИ ПРАЦІ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ТИПУ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНО- ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ РІВНЯ ПРОМИСЛОВОЇ БЕЗПЕКИ В РОБОТІ НОВОЇ СЛУЖБИ.....	70
А.В.Халченков, И.В.Ковалец, А.М.Романенко ВЕРИФИКАЦИЯ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ВОКРУГ РОВЕНСКОЙ АЭС НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДЕЛИ WRF	76
В.М. Попов, М.В. Новожилова, И.А. Чуб ОПТИМИЗАЦИОННАЯ ЗАДАЧА ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНА	79
О.Ю. Герасименко, В.В. Казимир ПРОГНОЗУВАННЯ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПО ЇХ ЧАСОВИХ РЯДАХ	83
В.А. Отрошко ЕКОЛОГІЧНО-НАПРАВЛЕНА ТЕХНОЛОГІЯ НАПОВНЕННЯ НАТУРАЛЬНОЇ ШКІРИ МІНЕРАЛАМИ ПРИРОДНОГО ПОХОДЖЕННЯ.....	85

С.В. Сирик
МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНВЕКТИВНО-ДИФFUЗИОННЫХ
ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ КОНЕЧНОЭЛЕМЕНТНОГО
МЕТОДА ПЕТРОВА-ГАЛЕРКИНА89

И.А. Терещенко
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КОНВЕКЦИИ-ДИФFUЗИИ
НА ОСНОВЕ КОНЕЧНОЭЛЕМЕНТНОГО МЕТОДА ПЕТРОВА-
ГАЛЕРКИНА И НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ.....92

**СЕКЦІЯ 2 СУЧАСНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОГО
ТА ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ У
ВИРОБНИЦТВІ** 96

А.Б.Каленник
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В КОМПЛЕКСЕ ЗАДАЧ ПО РАБОТЕ С
ИНТЕРНЕТ- АУКЦИОНАМИ.....97

Н. А. Цейтлин, А. Н. Горбач
ИЗМЕРЕНИЕ БЫСТРОЙ РЕАКЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ НА
ТЕЛЕВИЗИОННУЮ РЕКЛАМУ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА.
СООБЩЕНИЕ 1. ОПИСАНИЕ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ 100

Н. А. Цейтлин, А. Н. Горбач
ИЗМЕРЕНИЕ БЫСТРОЙ РЕАКЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ НА
ТЕЛЕВИЗИОННУЮ РЕКЛАМУ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА
СООБЩЕНИЕ 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТИ
МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ 104

Ю.Я. Томка, Ю.Г. Добровольський, О.М. Яцько,
Ю.А. Зав'ялець
МОДЕЛЮВАННЯ РИЗИКІВ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ
ДІЯЛЬНОСТІ НА ОСНОВІ ВЕЙВЛЕТ-АПАРАТУ 107

В. В. Гончаров, Г. Б. Филимоныхин
МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ
АВТОБАЛАНСИРОВ 3D МОДЕЛИРОВАНИЕМ ДИНАМИКИ
РОТОРНОЙ МАШИНЫ И ВИРТУАЛЬНЫМ ПРОВЕДЕНИЕМ
МНОГОФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА..... 112

О.Г. Жданова, М.О. Сперкач ЗАДАЧА ВИЗНАЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНО ПІЗНЬОГО МОМЕНТУ ПОЧАТКУ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ІЗ СПІЛЬНИМ ЖОРСТКИМ ДИРЕКТИВНИМ ТЕРМІНОМ ПАРАЛЕЛЬНИМИ ПРИЛАДАМИ РІЗНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ....	116
Р.Б. Кудринський ДЕТЕРМІНОВАНА МОДЕЛЬ ПЛАНУВАННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ РОБІТ У АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ УКРАЇНИ	119
В.Ф. Кузьменко КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ЗАГОТІВЛІ СИЛОСУ	123
К.О. Медведська ЗАДАЧА СКЛАДАННЯ РОЗКЛАДУ ПОКАЗУ ФІЛЬМІВ У КІНОТЕАТРИ.....	126
С.П .Степаненко, В.О. Швидя ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАДХОДЖЕННЯ ЗЕРНА НА ЗЕРНООЧИСНИЙ ПУНКТ.....	129
І. В. Стеценко ПЕТРИ-ОБ'ЄКТНИЙ ПІДХІД ДО ПОБУДОВИ МОДЕЛЕЙ ДИНАМІЧНОГО РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ ПІДПРИЄМСТВА	133
В.В. Адамчук, В. Г. Мироненко АВТОМАТИЗАЦІЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ – СТРАТЕГІЧНИЙ НАПРЯМ РОЗВИТКУ ТЕХНІКИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ	136
О.Yegorova INVENTORY MODEL WITH TWO LEVEL OF TRADE CREDIT IN ONE REPLENISHMENT CYCLE	139
І.В. Бальченко, В.В. Литвинов, В.И. Ходак ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА СОСТАВЛЕНИЯ ПЛАНА ВЫПОЛНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТ.....	142
В. В. Грабовський МОДИФІКАЦІЯ МЕТОДУ ВИДІЛЕННЯ КОНТУРІВ У ЗАДАЧАХ ВІЗУАЛЬНОЇ ЕКСПРЕС-ДІАГНОСТИКИ	145

Г.А. Гайна, Н.С. Золотова ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ПОБУДОВИ КРЕСЛЕННЯ ПРИ ВИВЧЕННІ САПР	146
Ю.В. Коляда, Ю.В. Ліпанова НЕЛІНЕАНИЗАЦІЯ АЛГОРИТМА ЛОГІСТИЧНОГО ВІДОБРАЖЕННЯ	149
Ю.В. Коляда, К.А. Семашко ДИНАМІКА ОБСЯГУ ТІНЬОВОЇ ЕКОНОМІКИ СУСПІЛЬСТВА ПІД ВПЛИВОМ ВЛАДНИХ РІШЕНЬ.....	152
В.В.Бегун, В.Ф. Гречанинов ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СТАНДАРТІВ IDEF0 ДЛЯ АНАЛІЗУ ПРОЦЕСІВ БЕЗПЕКИ	155
Д. И. Чиркун, Д. Г. Калишук, А. Э. Левданский ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВОРОНКООБРАЗОВАНИЯ НА СВОБОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В АППАРАТАХ С БЫСТРОХОДНЫМИ МЕШАЛКАМИ.....	158
А.И. Косолап МЕТОД ТОЧНОЙ КВАДРАТИЧНОЙ РЕГУЛЯРИЗАЦИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НАИБОЛЕЕ ПЛОТНОЙ УПАКОВКИ ШАРОВ	160
М.А. Никулин МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ГАЗОВЫХ ПОТОКОВ В УСТАНОВКЕ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА МЕТОДАМИ ЧИСЛЕННОЙ ГАЗОДИНАМИКИ.....	163
И. В. Ярошенко ПОИСК АССОЦИАТИВНЫХ ПРАВИЛ, КАК МЕТОД DATA MINING НА ПРИМЕРЕ КОМПЛЕКСА ЗАДАЧ ПОДДЕРЖКИ РАБОТЫ С ИНТЕРНЕТ-АУКЦИОНАМИ.....	167
В.В. Можаровский, Е.М. Березовская, Т.М. Дёмова РАСЧЁТ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПОКРЫТИЙ ИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ГРАДИЕНТНЫХ И ТЕРМОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	170

В.І. Днесь МОДЕЛЮВАННЯ ДАТ ДОСТИГАННЯ РАННІХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР.....	174
В.В. Можаровский, Д.С. Кузьменков, Т.М. Дёмова РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ОБЪЕМНОГО ТЕЛА ПРИ ДЕЙСТВУЮЩЕМ ДАВЛЕНИИ И ПРИ ЗАДАННЫХ ОБЛАСТЯХ КОНТАКТА.....	177
С.М. Ющенко НАНОКОМПОЗИТИ ЯК НОВІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ КОНСТРУКЦІЙНОГО ДЕМПФІРУВАННЯ	180
А.В. Галюга, А.Л. Приступа КОМПЛЕКСНА МОДЕЛЬ СТАНУ ПРОВОДУ ЛІНІЇ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ.....	184
А.С. Посадская ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЛОГИСТИКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	188
Д.В.Маргасов, І.С.Скітер Т.В.Плахогіна ПІДСИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ПРОЕКТАХ ДІАГНОСТИКИ ЕНЕРГООЩАДНОСТІ БУДІВЕЛЬ МУНІЦИПАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ	189
И.В. Зайцева, М.В. Попова ОБЗОР ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ УПРАВЛЕНИЯ ТРУДОВЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ РЕГИОНА.....	192
И. Д. Котляров МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИБЫЛИ И РИСКОВ ЛИЦЕНЗИАРА	196
И.В. Михайлюк ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПОДСИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТТЯ РЕШЕНИЯ ЦЕНТРА ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ	199
E.V. Skakalina USING POLYNOMIAL FUNCTIONS OF ADDRESSING	201

В.В.Литвинов, Скакалина Е.В. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ ОПТИМИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ ПЕРЕВОЗОК.....	204
Е.И. Сукач, Ю.В. Жердецкий, Д.П. Ковалёв ВЕРОЯТНОСТНО-АЛГЕБРАИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРОИЗВОДСТВА С ЭЛЕМЕНТАМИ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ОПАСНОСТИ.....	208
Є.В. Нікітенко АЛГОРИТМ ПОШУКУ НЕСПРАВНОСТЕЙ В ЕЛЕКТРОННИХ ПРИЛАДАХ	212
Л.Ю.Уразаева АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ ПЕНСИОННОГО ФОНДА	215
Н.П. Каревіна, О.О. Кряжич, І.В. Кременовська ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ І СОЦІАЛЬНИХ НАСЛІДКІВ В УМОВАХ ЗРОСТАННЯ ТЕХНОГЕННИХ РИЗИКІВ	218
В.І. Легенький СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЩОДО КЛАСИЧНИХ РОЗВ'ЯЗКІВ ОСНОВНОГО РІВНЯННЯ ЗОВНІШНЬОЇ БАЛІСТИКИ	222
Л.С. Олійніченко, Г.Б. Філімоніхін ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ АВТОБАЛАНСІРІВ ДЛЯ ДИНАМІЧНОГО ЗРІВНОВАЖЕННЯ КРИЛЬЧАТКИ ОСЬОВОГО ВЕНТИЛЯТОРА 3D МОДЕЛЮВАННЯМ.....	224
В.В. Яцун, Г.Б. Филимоныхин 3D МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ АВТОБАЛАНСИРОМ ДВУХЧАСТОТНЫХ КОЛЕБАНИЙ ПЛАТФОРМЫ ГРОХОТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SOLIDWORKS И COSMOS MOTION	228
Е.П. Ильина АРГУМЕНТАТИВНАЯ МОДЕЛЬ ОНТОЛОГИИ РЕШЕНИЙ ОРГАНИЗАЦИИ	232

Т.И. Каткова
УЧЕТ ДИНАМИКИ ПОТОКОВ ПРИХОДОВ И РАСХОДОВ
ПРИ МНОГОСТАДИЙНОМ ИНВЕСТИРОВАНИИ ПРОЕКТОВ
РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ..... 235

Е.В. Комракова
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛАСТИНЫ С КРУГЛЫМ
ОТВЕРСТИЕМ С УЧЕТОМ ТЕРМОУПРУГИХ ЭФФЕКТОВ..... 239

О.І. Пилипенко, А.В. Полуян
МОДЕЛЮВАННЯ, ІМІТАЦІЯ ТА АНАЛІЗ РОБОТИ
ЛАНЦЮГОВОЇ ПЕРЕДАЧІ В МЕТАЛЕВОМУ ТА
ПОЛІМЕРНОМУ ВИКОНАННІ..... 240

С. Г. Радченко
ПЛАНЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ МНОГОЦЕЛЕВОГО
НАЗНАЧЕНИЯ 244

В.В.Бегун, В.Ф. Гречанинов
ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В
УКРАИНЕ 246

СЕКЦІЯ 3 СУЧАСНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОГО
ТА ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ В
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ 251

А.М.Хошаба
АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ..... 252

М.А. Мостова, В.І. Гур'єв
КІЛЬКІСНІ МЕТОДИ БАГАТОВИМІРНОГО
СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ 255

К.К. Руднев
ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ
МНОГОМЕРНОЙ НЕЛИНЕЙНОЙ СТАЦИОНАРНОЙ
ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРИ НАЛИЧИИ
АВТОКОРРЕЛИРОВАННЫХ ПОМЕХ НА ВЫХОДЕ..... 259

В.Г. Семашкин ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ МНОГОМЕРНОЙ НЕЛИНЕЙНЫХ РАЗНОСТНЫХ УРАВНЕНИЙ РАЗНОГО ПОРЯДКА С АВТОКОРРЕЛИРОВАННЫМИ ПОМЕХАМИ НА ВЫХОДЕ	262
С.В. Валенда, В.С. Садов, С.Г. Тихоненко СИСТЕМА МНОГОУРОВНЕВОЙ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ МИКРОБЛОГОВ ТВИТТЕР В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ	264
Ю.М. Лисецкий МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ В ТЕХНОЛОГИИ ИССЛЕДОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ.....	267
John N. Davies, Paul Comerford, Vic Grout, Mariya Tevkun COMPARISON OF NETWORK SIMULATORS IN IP NETWORKS	271
А.І.Вавіленкова ПОШУК ЗМІСТУ ВИСЛОВЛЮВАНЬ ЧЕРЕЗ ПОБУДОВУ ЛОГІКО-ЛІНГВІСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ.....	276
К.С. Глущенко ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РЕІНЖИНІРГУ БІЗНЕС-ЛОГІКИ ЗАПОВНЕННЯ РОБОЧИХ НАВЧАЛЬНИХ ПЛАНІВ У СИСТЕМІ "ЕЛЕКТРОННИЙ КАМПУС НТУУ «КПІ»" ЗА ДОПОМОГОЮ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ.....	279
С.В. Голуб, В.В. Немченко ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ ДАНИХ В СИСТЕМІ МОНІТОРИНГУ МОБІЛЬНОГО РОБОТА	282
С.М. Лапач ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ КІЛЬКОСТІ КЛАСТЕРІВ	285
В.В. Литвинов, О.П. Мойсенко СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ЕСТЕСТВЕННО-ЯЗЫКОВЫХ ТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТОВ	289

А. А. Пархоменко ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИЕРАРХИЧЕСКИХ Е-СЕТЕЙ В ФОРМАТЕ PNML.....	290
С.В. Зайцев ОЦІНКА ДОСТОВІРНОСТІ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ В БЕЗПРОВОДОВИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВІ ФУНКЦІЙ ПРАВДОПОДІБНОСТІ ТУРБО КОДІВ	294
А.О. Пашко МОДЕЛЮВАННЯ ТА ТЕСТУВАННЯ ПСЕВДОВИПАДКОВОЇ ДВІЙКОВОЇ ПОСЛІДОВНОСТІ.....	296
А.О. Пашко МОДЕЛЮВАННЯ УЗАГАЛЬНЕНОГО ВІНЕРІВСЬКОГО ПРОЦЕСУ	298
Н.С. Павлюченко ВИБІР МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЮРИДИЧНИХ ЗНАНЬ	300
В.М. Томашевський, Д.І. Кондратюк АНАЛІЗ ДИНАМІКИ КАДРОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ВІЙСЬКОВОЇ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ.....	304
С.В. Голуб, В.Ю. Немченко ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА СОЦІОГІГІЄНИЧНОГО МОНІТОРИНГУ	308
О.Л. Ляхов, Т.А. Дмитренко, Т.М. Деркач, М.І. Демиденко, А.О. Дмитренко РОЗРОБКА СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ	309
В.А.Литвинов, С.Я.Майстренко, К.В. Хурцилава ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ КОНТРОЛИРУЮЩИХ СВОЙСТВ БАЗОВОГО СЛОВАРЯ ДОПУСТИМЫХ СЛОВ.....	312
Ю.О. Олійник, Р.А. Шигида ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ ВІДНОВЛЕННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ ЗАСОБАМИ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	316

В.І. Салапатов МОДЕЛЮВАННЯ, ВЕРИФІКАЦІЯ ТА СТВОРЕННЯ ПРОГРАМ	319
В.В. Карташев ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ЗАДАЧЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И УЛУЧШЕНИЯ ОРБИТ БОЛЬШИХ ГРУПП ОБЪЕКТОВ	320
В.В. Литвинов, А.А. Задорожний СРАВНЕНИЕ ЭТАПОВ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОГРАММ И МОДЕЛЕЙ.....	324
В.В. Литвинов, И.С. Посадская МОДЕЛИРОВАНИЕ В ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМАХ	328
А.Л. Ляхов, С.П. Алешин, Е.А. Бородина ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ПРЕДМЕТНЫХ РИСКОВ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СППР.....	332
А. Ю. Дифучин АЛГОРИТМ ПАРАЛЛЕЛЬНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ МЕТОДУ МУЛЬТИСІТКИ.....	334
А.А.Тимченко ТАБЛИЦІ, МАТРИЦІ І ЛОГІЧНІ СХЕМИ РІШЕНЬ	338
В.В. Казимир, М.В. Харченко МЕТОД ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ СБАЛАНСИРОВАННЫХ ДЕРЕВЬЕВ	341
И.П. Сеницын, М.А. Колтик АНАЛИЗ ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ КСЗИ.....	343
В.Д. Назарук МЕТОД ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ ІНФОРМАЦІЇ В СИСТЕМАХ БЕЗДРОТОВОГО ДОСТУПУ	347

О.А. Руденко, З.М. Руденко ПРОБЛЕМИ І СТРУКТУРА ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	350
В.А. Ситник, Г.І. Столяр ПОБУДОВА АДАПТИВНИХ МОДЕЛЕЙ ЧАСОВИХ РЯДІВ.....	352
И.И. Горбань ФЕНОМЕН СТАТИСТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ	355
Д. А. Ковальова, К. В. Артеменко АЛГОРИТМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАЗБИЕНИЯ МНОЖЕСТВА	359
О.Л. Ляхов, С.В. Вірьовкін, С.О.Захаров, Н.А. Фурсова НОВА ВЕРСІЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ «РЕЙТИНГ» МОНІТОРИНГУ ДІЯЛЬНОСТІ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ УКРАЇНИ	363
В.Є. Снитюк, О.М. Сіпко АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ЦІЛЬОВОЇ ФУНКЦІЇ В ЗАДАЧІ СКЛАДАННЯ РОЗКЛАДУ ЗАНЯТЬ У ВНЗ	365
А.М. Нагірна УМОВНА ОПТИМІЗАЦІЯ ЛІНІЙНОЇ ФУНКЦІЇ НА КОНФІГУРАЦІЇ СПОЛУЧЕНЬ.....	369
Д.С. Приходько, А.В. Ярмілко ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБУ РЕАЛІЗАЦІЇ ОБРАХУВАННЯ РІВНОВАГИ НЕША У ЗАДАЧІ ФОРМУВАННЯ ПОВЕДІНКОВОЇ СТРАТЕГІЇ ДЛЯ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ	371
І. В. Хоменко, С. В. Попов ВІРТУАЛЬНЕ МАКЕТУВАННЯ ВИРОБІВ ДЛЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ	374
І. В. Хоменко, О. В. Воронцов ПРЕДСТАВЛЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ МОДЕЛЕЙ У ФОРМАТІ 3D PDF ДЛЯ НАВЧАННЯ ІНЖЕНЕРНИМ ДИСЦИПЛІНАМ	376

О.М. Гайтан ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ПРОВЕДЕННЯ ІНТЕРНЕТ- КОНФЕРЕНЦІЙ	378
О.Л. Ляхов, О.М. Гайтан WEB-СЕРВІС ОБЛІКУ ВІДВІДУВАННЯ СТУДЕНТАМИ ЗАНЯТЬ ТА КОНТРОЛЮ УСПІШНОСТІ ЯК ЕЛЕМЕНТ ІНФОРМАЦІЙНОГО РЕСУРСУ КАФЕДРИ ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ	382
С.В. Литвин МОДЕЛЬ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ НАПИСАННЯ ДОПОВІДЕЙ АНГЛІЙСЬКОЮ МОВОЮ	385
А. И. Косолап, А. А. Довгополая СФЕРИЧЕСКАЯ КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ДАННЫХ	389
К.А. Мацуєва МОДЕЛЬ ЗАДАЧИ МИГРАЦІЇ ВІРТУАЛЬНИХ МАШИН У СИСТЕМАХ З ХМАРНИМИ ОБЧИСЛЕННЯМИ	392
Х.А. Мацуєва МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ВІРТУАЛЬНОГО ШЛЯХУ ГЕОГРАФІЧНОЇ МАРШРУТИЗАЦІЇ У БЕЗДРОТОВИХ ДИНАМІЧНИХ МЕРЕЖАХ	394
А.П. Сёмик СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ (ПО) СИТУАЦИОННОГО ЗАЛА	397
М.В.Савельев ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМ [ИЗ] СИСТЕМ И ИХ РЕШЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ ФОРМАЛЬНЫХ СПЕЦИФИКАЦИЙ	401
А.А.Ткачук О МОДЕЛИРОВАНИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ ПОСРЕДСТВОМ СОЦИАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ	405
О.П.Дрозд ОРГАНІЗАЦІЙНІ І ТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ ОРГАНІЗАЦІЇ ЛЕКЦІЙ У РЕЖИМІ ВЕБІНАРІВ	410

Н.А. Фурсова ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ В СИСТЕМІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СОЦІАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ НА ОСНОВІ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	413
А.Г. Гребенник, І.С. Скітер, О.В. Трунова АЛГОРИТМ ОЦІНКИ УСПІШНОСТІ ЗАСВОЄННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ СТУДЕНТОМ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ НЕЧІТКИХ МНОЖИН.....	415
А.В. Красножон МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ТОЧКИ МАКСИМАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ.....	418
Є.С. Родін, І.П. Сініцин МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ БЮДЖЕТУ ВИТРАТ НА ІНФОРМАЦІЙНУ БЕЗПЕКУ В БАГАТОФАКТОРНИХ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМАХ.....	422
Д.В. Рагозін ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОТОКОЛУ S-ALONA ДЛЯ БЕЗДРОТОВИХ СЕНСОРІВ	425
В.А. Бычко РАЗРАБОТКА ЛОГИСТИЧЕСКОГО МОДУЛЬ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЛАНА ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ.....	422
В.В. Казимир, А. Мокрогуз СОКРАЩЕНИЕ ВРЕМЕНИ ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ (UNITTEST) ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ДОСТУПА К БАЗЕ ДАННЫХ.....	423

СЕКЦІЯ 1
СУЧАСНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОГО ТА
ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ
В ЕКОЛОГІЇ

МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ЛЬДОВИМ ПОКРИВОМ

В. І. Кошебуцький

Інститут проблем математичних машин та систем НАНУ, Україна

Тривимірний термогідродинамічний модель регіональної циркуляції в морі THREEETOX в поєднанні з моделями гідротермодинаміки льодового покриву та переносу радіонуклідів у воді, завислих намулах та у дні доповнена моделлю переносу у дрейфуючому льодовому покриві, в якій враховані процеси обміну забруднення між льодовим покривом та товщею води. Розроблена модель використовується для моделювання переносу гіпотетичного радіоактивного забруднення в зимовий період в Балтійському морі. Для розрахунків використовувалися вхідні дані чорнобильського викиду, але дата була зміщена на зимовий період коли Балтійське море частково покрито льодовим покривом. Розрахунки були проведені з моменту випадіння забруднення до моменту повного танення льоду, а також було проведено аналіз балансу радіонуклідів в системі льод-вода-намули. Результати моделювання продемонстрували потенціал чисельної моделі для розрахунків переносу радіоактивного забруднення не тільки товщею води але й льодовим покривом, що має здатність утримувати забруднення на певний проміжок часу майже в одному місці, або переносити його при дрейфі льоду.

Література

1. Johannessen, O.M., Volkov, V.A., Pettersson, L.M., Maderich, V.S., Zheleznyak, M.J., Gao, Y., Bobylev, L.P., Stepanov, A.V., Neelov, I.A., Tishkov, V., Nielsen, S.P. (Contributing authors Koshebutsky V. at all) 2010. Radioactivity and Pollution in the Nordic Seas and Arctic Region. Observations, Modelling and Simulations // Springer, Series: Springer Praxis Books, 2010.
2. Р.В. Беженар, И.А. Бровченко, М.И. Железняк, В.И. Кошебуцкий, В.С. Мадерич. Моделирование радиоактивного загрязнения морской среды при аварии на АЭС Фукусима // Збірник наукових праць СНУЧЕтаП – 2012. – 4(44). – С. 82-91.

**INTEGRATION OF THE SUBSYSTEM OF METEOROLOGICAL
FORECASTING BASED ON WRF MESOSCALE MODEL IN
FRAME OF THE EU NUCLEAR DECISION SUPPORT SYSTEM
JRODOS**

S. Anulich, I. Ievdin, I. Kovalets

Institute of Mathematical Machines and Systems problems of NASU, Ukraine

S. Andronopoulos

*NCSR Demokritos, Institute of Nuclear and Radiological Sciences and Technology,
Energy and Safety, Attiki, Greece*

This article describes a software tool (hereafter called “WRF Launcher”) developed for the automatic operation of the WRF meteorological model [1] to provide the JRODOS system [2] with numerical weather prediction data for the arbitrarily located computational domain where JRODOS is installed in case if NWP data are not delivered to the emergency center by an external supplier (such as National Weather Services).

Let's look at Figure 1. As it is seen the WRF calculations could be triggered by message coming from the JRODOS system. To do this User specifies several input parameters in specially developed user interface such as coordinates of the center of computational domain, size of computational domain, starting time, and duration of WRF calculations. Upon User request JRODOS Server sends message to WRF Launcher Service installed on the same machine where WRF operates (let call it WRF Computer). WRF Launcher Service creates input xml file for WRF Launcher and tries to run WRF Launcher. Status and log file of the WRF Launcher run are displayed in JRODOS UI.

After successful calculations WRF output files are moved to shared folder on WRF Computer from which they are loaded by JRODOS Server to JRODOS NWP database. Those data are refereed to one of the two Providers according to the rules mentioned above. Then the calculated WRF data could be used as input for JRODOS LSMC runs.

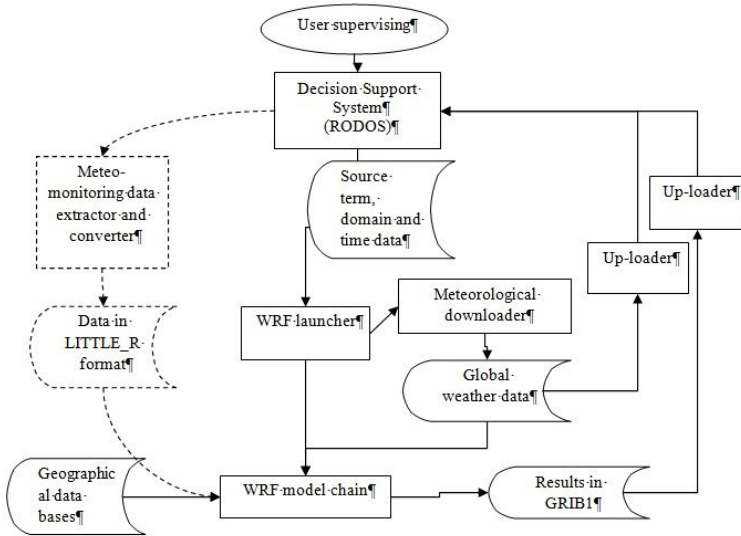


Fig. 1: Operation triggered by the DSS user

First of all, the program reads input files that contain the dependencies of WRF computational domains parameters (grid resolution, etc) on the radius of the area for which weather forecast data are to be generated. Upon processing the input files certain variables required by WRF are initialized and written into the namelist files of WRF and of the WRF Preprocessing System WPS. The next task to be done by WRF Launcher is to download necessary global meteorological data of the GFS model from the NOMADS server [3] which are used for setting initial and boundary conditions of WRF. For the reason described below in general 2 types of GFS data are used in WRF calculations: final analysis data and forecast (NWP) data. Final analysis data for the given date is three-dimensional data set of meteorological variables with which GFS numerical weather forecast was initialized. Starting from 1998 the GFS final analysis data are stored at specially dedicated sites (as opposed to GFS NWP data) for every 6 hours while GFS NWP data sets are freely available only for the limited time interval in the past. Therefore if start of release is well in the past, firstly WRF calculations are done by using GFS final analysis data and then GFS NWP data are used mainly for the future time period. The splitting of WRF simulation period in 2 subperiods is shown in Figure 2. Downloading necessary global meteorological data of the GFS model (GFS files) from the NOMADS servers is done as follows. If the release date is more than the value of variable *RAOffset* in the past (this is variable from the input files of *WrfLauncher*) then a list of dates is created for which GFS files are needed and for which

GFS final analysis files were not yet downloaded. After that the GFS final analysis files are downloaded according to the created list of dates. The date of the first GFS final analysis file that was not possible to download is kept in memory. This could be for instance date in the future or date in the past which is very close to the current time so that final analysis data for this date were not yet available. Then WRF is run using the downloaded GFS final analysis files. The remaining WRF simulation will be done on GFS files which are to be downloaded from the GFS prognostic (NWP) data sets (Fig. 2). When download was finished WRF Launcher runs WRF using downloaded files. Results of calculations are uploaded to the JRODOS system.

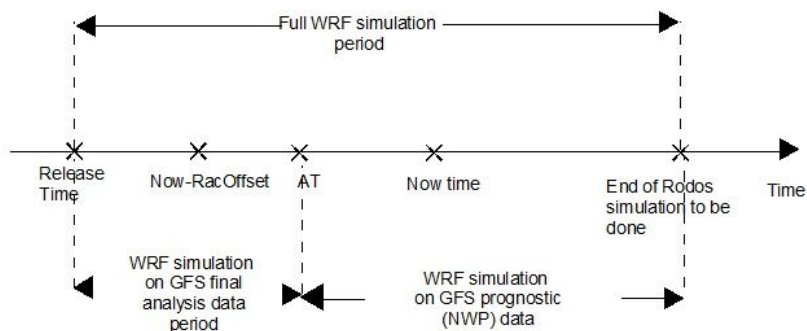


Fig. 2. Splitting the WRF simulation period on 2 periods – based on GFS final analysis data and on GFS prognostic data depending on current time (now time), release time, forecast duration and parameters of WRF Launcher

References

1. W.C. Skamarock, J.B. Klemp, J. Dudhia [et al], 2008. A description of the advanced research WRF version 3. [Электронный ресурс] / NCAR Technical Note NCAR/TN-475+STR. – USA, Boulder: National Center for Atmospheric Research, 2008. – 125 p. – (available at <http://wrf-model.org>)
2. Ievdin, I, Trybushnyi, D., Zheleznyak, M., Raskob, W. (2010) 'RODOS re-engineering: aims and implementation details' Radioprotection, Vol. 45, pp. S181–S189
3. Rutledge G., et.al., 2006. NOMADS – a climate and weather model archive at the National Oceanic and Atmospheric Administration // Bulletin of the American Meteorological Society. – 2006. – Vol. 87. – P. 327–341.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОБСТВЕННЫХ ЧАСТОТ ГАВАНЕЙ С ПОМОЩЬЮ НЕЛИНЕЙНОЙ НЕГИДРОСТАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ SWASH

М.Железняк, Р.Демченко, П.Дикий, М.Сорокин
 Институт математических машин и систем НАНУ, Украина

Одним из подходов, наряду с использованием многослойных уравнений типа Буссинеска с улучшенными дисперсионными характеристиками, является подход дискретизации глубины жидкости на несколько слоев с использованием уравнений типа Навье-Стокса, что дает аналогичные волновые характеристики. К таким моделям относится модель открытого доступа SWASH [1], с помощью которой в настоящей работе для определения собственных частот порта проведено численное моделирование пропускания через его акваторию волнового спектра «белого шума» [2], характеризующегося равной величиной энергии для всех частот.

На Рис. 1 а), б) показаны некоторые из проектируемых в акватории Черного моря гаваней прямоугольной и круглой формы [3], для которых в настоящей работе рассмотрены резонансные свойства.

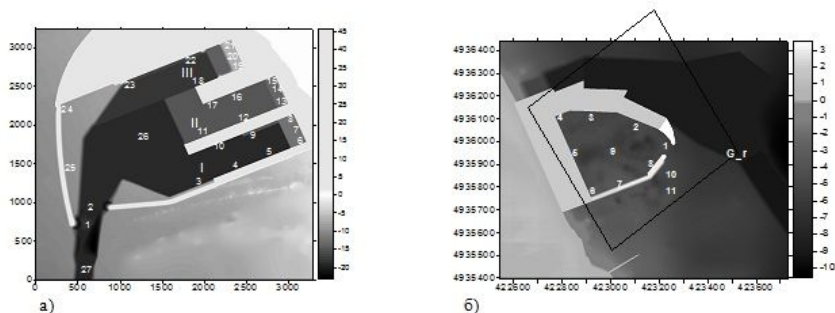


Рис. 1. Схема порта прямоугольной (а) и круглой (б) формы

Для определения собственных частот порта с помощью численного моделирования на южной границе задавался «белый шум» с диапазоном частот $0.001 \text{ Hz} < f < 0.05 \text{ Hz}$ ($20 \text{ c} < T < 1000 \text{ c}$) и плотностью энергии $E = 0.01 \text{ м}^2 / \text{Hz}$. На западной и восточной границах расчетных областей устанавливался поглощающий слой для отраженных волн от а) западного и южного молвов и б) южного и северного соответственно. Расчетная сетка прямоугольная с разрешением а) (2м x 2м), б) (1м x 1м), время моделирования 20 мин. В контрольных точках соответственно 1 – 27 (Рис.1 а) и 1 – 11 (Рис.1 б)) по полученному временному ряду изменения возвышения свободной

поверхности с помощью линейного спектрального анализа находятся соответствующие спектры в предполагаемой области генерируемых частот.

На Рис. 2 а) – 2в) для прямоугольного порта (Рис.1 а) показаны спектры частот «белого шума» во всех отмеченных точках, сгруппированных по внутренним портам, находящимся в восточной части гавани.

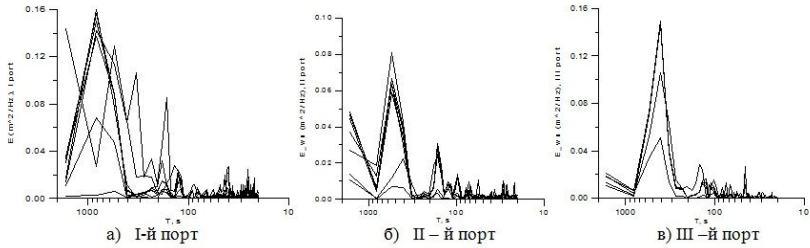


Рис. 2. Распределение спектральной плотности волновой энергии «белого шума» в контрольных точках

Согласно формуле Мариан для прямоугольного открытого порта основная мода определяется длиной волнолома, равной четверти длины волны. Тогда, принимая во внимание [3], для западного мола с длиной $l_w = 1617\text{м}$ и средней глубиной $h_w = 14.9\text{м}$ нулевая мода $T_{0w} = 534\text{с}$, а для внутренних портов с длиной молв и средними глубинами соответственно $l_I, l_{II}, l_{III} = 2250\text{м}, 1125\text{м}, 562.5\text{м}$ и $h_I, h_{II}, h_{III} = 13.8\text{м}, 14.6\text{м}, 13.2\text{м}$ основные моды Гельмгольца будут равны: $T_{0I}, T_{0II}, T_{0III} = 770\text{с}, 376\text{с}, 200\text{с}$. Эта оценка согласуется с основными модами, полученными с помощью линейного спектрального анализа: $T_{0I}, T_{0II}, T_{0III} = 820\text{с}, 400\text{с}$ и 220с (Рис. 2а – в). При этом в I-м порту присутствует мода западного мола $T_{0w} = 546\text{с}$ (Рис.2а) и она же оказывает существенное влияние на II-й внутренний порт (Рис.2 б). Основная мода волнового поля II-го внутреннего порта $T_{0II} = 400\text{с}$ присутствует во всех контрольных точках III –го порта (Рис 2в).

Сравнение резонансных частот в случае двухслойной и трехслойной модели SWASH рассмотрено для гавани круглой формы (Рис.1 б). При этом в контрольной удаленной точке 4 построены спектры волновой энергии соответственно для одно-, двух- и трехслойной модели SWASH при использовании как линейного

анализа (Рис. 3а), так и нелинейного спектрального анализа WAFO [4] (Рис.3 б).

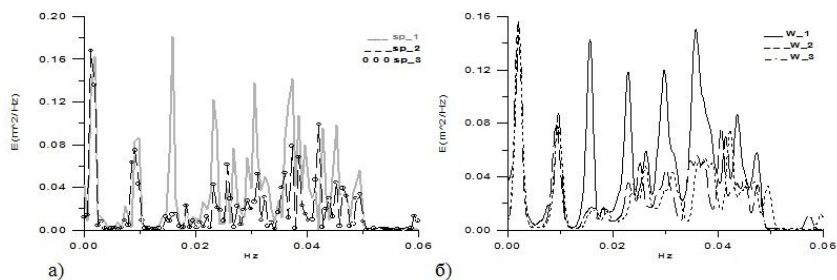


Рис.3. Сравнение распределения плотности волновой энергии для одно-, двух- и трехслойной модели SWASH

При этом в первом случае (Рис.3 а) мода Гельмгольца $T_0 \approx 546 \text{ с}$ (0.0018 Hz), а во втором случае (Рис. 3 б) $T_0 \approx 474 \text{ с}, 509 \text{ с}, 489 \text{ с}$ в зависимости от числа слоев. Для первой и второй моды T_I, T_{II} диапазоны остаются соответственно одинаковыми в обоих случаях.

Численно показано, что увеличение высоты волны на входной границе области для резонансных периодов приводит к увеличению горизонтальной скорости внутри порта (Рис. 4).

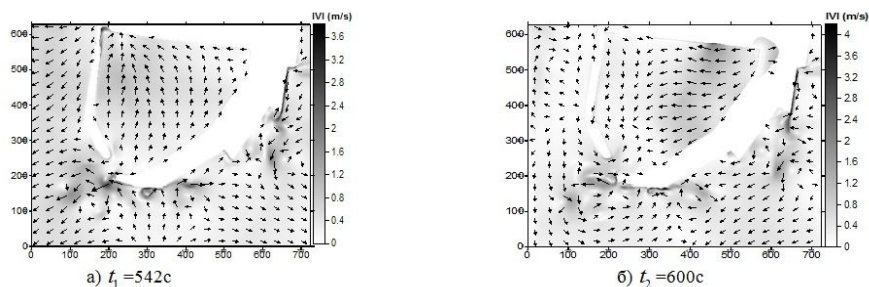


Рис. 4. Мгновенное распределение поля скоростей. $H_0 = 1 \text{ м} \cdot T = T_I = 96 \text{ с}$.

Дальнейших численных, лабораторных и натуральных исследований требует полученное предположение о том, что при достаточно большой энергии (высоты) волны при подходе к порту, имеющей период близкий к собственным частотам порта, резкие изменения горизонтальной скорости внутри порта могут привести к дополнительной горизонтальной нагрузке на пришвартованные суда.

Литература

1. Zijlema, M., Stelling, G.S. and Smit P. SWASH: An operational public domain code for simulating wave fields and rapidly varied flows in coastal waters. *Coastal Engineering*, 58: 992-1012, 2011.
2. Gierlevsen T., M. Hebsgaard and J. Kirkegaard, 2001. Wave disturbance modeling in Port of Sines, Portugal – with special emphasis on long period oscillations. Proceeding International Conference on Port and Maritime R& D and Technology, Singapore, 29 – 13 October 2001, 8pp
3. Kantardgi I., Zheleznyak M., Demchenko R., Dykyi P., Kivva S., Kolomiets P., and Sorokin M.. Modeling of Nonlinear Hydrodynamics of the Coastal Areas of the Black Sea by the Chain of the Proprietary and Open Source Models. NH5.3 Nonlinear Dynamics of the Coastal Zone. EGU2014-11319. Vienna, May, 2014.
4. WAFO group. WAFO– a Matlab Toolbox for Analysis of Random Waves and Loads version 2.5

УДК 51.74

О ВОЗМОЖНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕОДНОМЕРНЫХ ФОРМ ИЗГИБНОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Г.И. Казакевич

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Россия, Москва

В настоящее время на основании теоретического и экспериментального изучения свойств горных пород при различных термодинамических условиях показано, что литосфера обладает сложной слоистой структурой. Прочные слои разделяются слоями пониженной прочности, по которым они могут скользить, создавая внутриплитовые деформации. Эти результаты лежат в основе двухъярусной тектоники плит [1].

Одним из применений подобных моделей к изучению деформаций земной коры является исследование изгибной неустойчивости её верхнего упругого слоя. В простейшем варианте бокового сжатия задача решалась в работе [1] с использованием модели упругой плиты на винклеровском основании. При типичных значениях параметров, соответствующих океанической коре, критическое боковое усилие достигает 3–4 кбар [1]. Соответствующие длины волн порядка 40 км.

Для изучения напряжённо-деформированного состояния литосферы в реальных условиях сложного нагружения, плотностной, литологической и температурной неоднородности применяется численное моделирование многослойной системы. Для описания коры при этом используется модель неоднородной упругой пластины на мягком основании [2]. Как показывает анализ аналогичных задач в однородном случае [3], в условиях вестороннего сжатия наиболее устойчивыми являются шахматные формы потери устойчивости, но

при определённых неправильностях в форме пластины могут возникать треугольные и более сложные формы.

Аналогичные формы могут возникать и в моделях другого типа [4], основанных на исследовании неустойчивости вязкого пластического слоя.

Сходство форм обусловлено тем, что в обеих моделях анализ устойчивости сводится в конечном счёте к исследованию уравнения Гельмгольца, что и объясняет близость полученных результатов, а также появление более сложных форм потери устойчивости, чем часто встречающаяся в интерфейсных системах шахматная [5].

Подобные структуры наблюдаются во многих регионах и проявляются в виде сложной блочной структуры рельефа, системы разломов, распределения сейсмичности. Показанная возможность их образования в результате проявления неоднородной изгибной неустойчивости земной коры демонстрирует целесообразность её численного изучения на сложных нелинейных моделях, учитывающих детали геологического строения исследуемого региона [2].

Литература

1. Лобковский Л.И. Геодинамика зон спрединга, субдукции и двухъярусная тектоника плит. М.: Наука. 1988 г. 251 с.
2. Burov E.B. and Diament M. Flexure of the continental lithosphere with multi-layered rheology. // *Geophys. J. Int.*, 109, 1992, pp. 449–468.
3. Морозов Н.Ф., Товстик П.Е. О формах потери устойчивости сжатой пластины на упругом основании. // *Изв. РАН, Механика твёрдого тела*. №6, 2012 г. С. 30–36.
4. Гарагаш И.А., Николаевский В.Н. Механика возникновения кольцевых и блочных структур земной коры. // *ДАН СССР*. Т. 315, №1. 1990 г. С. 62–65.
5. Панин Л.Е., Панин В.Е. Эффект «шахматной доски» и процессы массопереноса в интерфейсных средах живой и неживой природы. // *Физическая мезомеханика*. Т. 10, №6, 2007 г. С. 5–20.

УДК 004.624

ПРО МОДЕЛІ ОБМІНУ ДАНИМИ У СИСТЕМІ ПІДТРИМКИ КЕРУВАННЯ СТАНОМ ТЕРИТОРІЇ УРАНОВИХ ХВОСТОСХОВИЩ

С.В. Шатохін, А.І. Заславський, О.В. Шатохіна, О.І. Удовенко
Інститут проблем математичних машин і систем, Україна

У процесі роботи виробничого об'єднання “Придніпровський хімічний завод” (м. Дніпродзержинськ) у період з 1949-1991 рік створювались відходи уранового виробництва. Для їх зберегання на території підприємства та за його межами утворені хвостосховища, два сховища відходів уранового виробництва. Відходи-хвости

складувалися в прилеглих до Придніпровського хімічного заводу глиняних кар'єрах і ярах, які для цього не пристосовані. В останні роки ведуться роботи із створення системи радіаційного моніторингу для контролю за транспортом радіонуклідів у навколишньому середовищі [1,2].

Для зберігання і обробки інформації вимірювань і результатів моделювання створено спеціалізовану інформаційну систему «Єдина Інтегрована База Даних з картографічним модулем радіаційно забруднених об'єктів ПХЗ (ЄІБД-КМ)», яка використовується для зберігання, обробки та відображення інформації за результатами паспортизації території і об'єктів, всебічного вивчення архівних даних колишнього виробництва, інвентаризації та моніторингових даних про стан природного середовища території уранового виробництва колишнього ВО «ПХЗ». Система містить графічні інтерфейси, які надають можливість проводити аналіз описових та структурованих даних про характеристики і поточний стан об'єктів на території колишнього ВО «ПХЗ».

Для імпорту в систему від організації, яка проводить вимірювання, надходить файл у форматі Microsoft Excel (Open Office Xml format (xlsx)). Цей файл містить інформацію про час, місце, параметри вимірювання, об'ємну активність, концентрацію речовин, а також відомості про пробу, на базі якої проводились вимірювання.

Час може бути представлений однією датою або двома датами (початок і кінець вимірювання). Параметр розподіляється на об'єкт спостережень та тип об'єкта спостережень. Місце вимірювання складається з таких частин: населений пункт, майданчик, місце спостереження, широта та довгота. Об'ємна активність та концентрація складається з назви речовини та одиниці виміру. Інформація про пробу складається з таких складових частин, як код проби, організація, що відбирала пробу, організація, яка робила вимірювання, метод, джерело інформації (зазвичай це назва звіту) та примітка.

Час	Параметр	Місце										Об'ємна активність							
		Дата	Об'єкт спостереження	Тип об'єкта спостереження	Населений пункт	Майданчик	Місце спостереження	Довгота	Широта	Зах. Бк/л	Ур. Бк/л	Активність ізотопів урану (238-234), Бк/л	U-238, Бк/л	U-234, Бк/л	U-235, Бк/л				
15.05.2007	вода	повернення	Дніпро	р-н річкова	Дніпро	р-н річкова	34,579370	48,538230											
15.05.2007	вода	повернення	Дніпро	літос	Козоминівка	літос	34,663570	48,513950						0,020	0,010	0,027	0,010		
15.05.2007	вода	повернення	Дніпро	літос	Козоминівка	літос	34,673270	48,506600						0,110	0,030	0,090	0,020		
15.05.2007	вода	повернення	Дніпро	літос	Козоминівка	літос	34,696690	48,504170						0,290	0,090	0,150	0,040		
15.05.2007	вода	повернення	Дніпро	літос	Козоминівка	літос	34,703120	48,512120						0,040	0,010	0,070	0,020		
15.08.2007	вода	повернення	Дніпро	р-н річкова	Дніпро	р-н річкова	34,579370	48,538230	0,1	0,06	0,4	0,4		0,017	0,004	0,023	0,006		
15.08.2007	вода	повернення	Дніпро	літос	Козоминівка	літос	34,663570	48,513950	0,25	0,08	0,8	0,4		0,099	0,023	0,090	0,023		
15.08.2007	вода	повернення	Дніпро	літос	Козоминівка	літос	34,673270	48,506600	0,41	0,1	0,87	0,2		0,170	0,040	0,150	0,040		
15.08.2007	вода	повернення	Дніпро	літос	Козоминівка	літос	34,696690	48,504170	0,93	0,23	0,79	0,2		0,240	0,060	0,260	0,070		
15.08.2007	вода	повернення	Дніпро	літос	Козоминівка	літос	34,703120	48,512120	0,11	0,05				0,048	0,012	0,038	0,009		
15.08.2007	вода	повернення	Дніпро	літос	Козоминівка	літос	34,714977	48,496979	0,26	0,1	0,36	0,2		0,090	0,020	0,080	0,020		

Рис. 1. Приклад файлу для імпорту

У системі вже існує деякий список параметрів, місць вимірювань, речовин та одиниць вимірювання (усе це є метаданими). Якщо в процесі імпорту виникне ситуація, що якась з метаданих (наприклад

одна з речовин) відсутнє у системі, то воно буде додано до бази даних системи.

Для імпорту даних використовується бібліотека з відкритим кодом ERPlus (<http://erplus.codeplex.com/>).

Для двостороннього обміну даними також існують засоби експорту даних, які були імпортовані у систему або введені у ручному режимі. Для зручності користувачів при експорті буде сгенеровано файл, який також буде у форматі Open Office Xml format (xlsx) та буде містити дані аналогічної структури, як і файл для імпорту.

Для організації експорту також використовується бібліотека ERPlus. Це дозволяє створювати ексель -файли з об'єднаними комірками, використовувати стилі форматування.

Таким чином система ЄІБД-КМ може розглядатися не тільки як самостійний додаток, але і як складова розгалуженої системи моніторингу/прогнозування/моделювання.

Литература

1. Voitsekhovich O., Lavrova T. Remediation Planning of Uranium Mining and Milling Facilities: The Pridneprovsky Chemical Plant Complex in Ukraine // In Remediation of Contaminated Environments, (G. Voigt, S. Fesenko, eds), Elsevier. – 2009. - P. 343-356.
2. С.В. Шадохін, А.І. Заславський, О.В. Шадохіна, О.І. Удовенко, А.В.Локоть. Система інформаційної підтримки керування станом території уранових хвостосховищ // . Математичне та імітаційне моделювання систем МОДС'2013. Тези доповідей — 2013. — С. 85-88.

УДК 658. 562

ПРОГНОЗУВАННЯ СИТУАЦІЇ ЗАГАЛЬНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ЧЕРНІГІВЩИНИ

Л.М.Клінцов*, Ю.В. Шадохіна**

**Чернігівський державний інститут економіки і управління, Україна*

***Київський національний університет технологій та дизайну, Україна*

Відомо, що якість водних ресурсів є однією із найважливіших проблем сьогодення, і що ця якість погіршується внаслідок загального забруднення [1, 2]. Нами розглянуто екологічні аспекти діяльності організацій Чернігівщини згідно з рекомендаціями ДСТУ ISO 14001:2006 – враховувались викиди в атмосферне повітря та скиди у водні об'єкти. Для виявлення прогнозу розвитку цього процесу нами збільшено період аналізу від 1998 року до 2020 року. Розглянуті роки закодовані, як це показано у Табл.1.

Таблиця 1. Матеріали для прогнозу досліджуваного процесу

Роки	Кодовані роки	Відсоток забруднювачів (суб'єктів господарської діяльності СГД)
1998	1	12
2002	5	46
2008	11	61
2012	15	69,5
2020	23	

Апроксимація проведена за допомогою функції «Регресія» пакета Excel. Використання кодованих років дозволяє отримати рівняння з високим значенням коефіцієнта детермінації $R^2 = 0,9989$:

$$y = 20,923 \ln(x) + 11,999, \quad (1)$$

де x – кодовані роки.

Якість апроксимації підтверджена за допомогою F – критерія Фішера

$$F = \frac{R^2}{1-R^2} \cdot \frac{f_2}{f_1},$$

де F – критерій Фішера;

R^2 – коефіцієнт детермінації;

$f_1 = 1$; $f_2 = n - k - 1$; де n – кількість експериментальних точок, k – кількість пояснюючих змінних.

Для рівняння відсотку забруднювачів $F = 1765,021$.

Значимість $F = 0,000566 < 0,05$, тобто рівняння є адекватним.

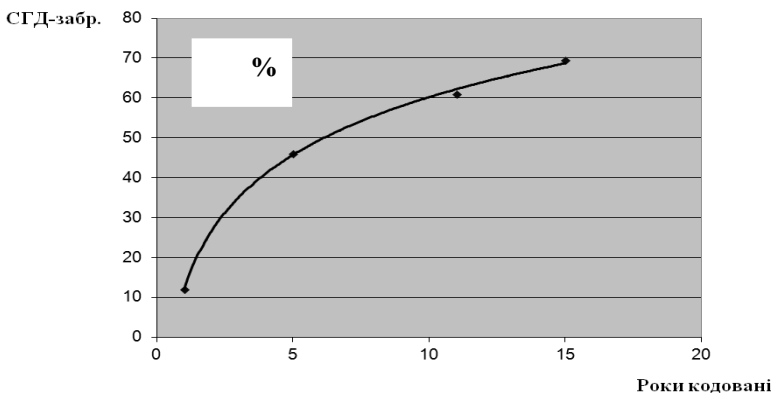


Рис.1. Зміна кількості СГД – забруднювачів з 1998 р. (код 1) по 2012 р. (код 15)

Розрахунок зміни за роками СГД – забруднювачів згідно отриманого рівняння (1) представлено у Табл. 2.

Для оцінювання скидів в басейн р. Десна отримано рівняння $y=2.6331*x$; $R^2=0.952$; $F=100.37$; значимість $F=0.000169$. Оскільки «Значимість $F < 0,05$ », то рівняння регресії є адекватним.

Таблиця 2. Теоретичні і фактичні дані з загального забруднення Чернігівщини

Рік	Значення (модель) СГД – забр., %	Значення (модель) викидів в басейн р. Десна млн.м ³	Значення (модель) викидів в атмосферу, кг/ 1 особу	Значення (фактичне) СГД – забр., %	Значення (фактичне) викидів в басейн р. Десна млн. м ³	Значення (фактичне) викидів в атмосферу кг/ 1 особу
1998	12	74,2338	49,2106	12		
2000	34,98626	79,5	55,8		78,2	55
2001	41,00544	82,1331	59,0947		82,57	
2002	45,67427	84,7662	62,3894	46	85,5	
2006	57,97253	95,2986	75,5682		93,05	75
2007	60,17699	97,9317	78,8629			80
2008	62,17116	100,5648	82,1576	61	105,9	87
2009	63,9917	103,1979	85,4523			84
2010	65,66644	105,831	88,747		105,3	86
2011	67,217	108,4641	92,0417		106,2	
2012	68,66053	111,0972	95,3364	69,5		
2020	77,60395	132,162	121,694			

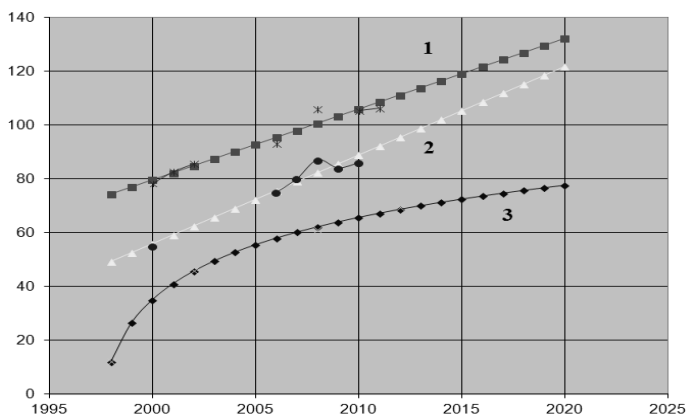


Рис.2. Прогноз погіршення ситуації за умови не впровадження екологічних стандартів 1 – забруднення басейну р.Десна; 2 – викиди в атмосферу; 3 – відсоток СГД-забруднювачів

Як видно з рис 2, безперервно зростають не тільки скиди в басейн р. Десна, а й викиди в атмосферу забруднюючих речовин, які потім потрапляють у водойми з кислотними дощами, а також внаслідок колообігу води, і впливають на якість водних ресурсів. Цей процес відбувається в результаті зростання частки СГД – забруднювачів, за період 2000 – 2012 рр., частка забруднювачів збільшилась від 46% до 69,5%. Прогноз свідчить, що при збереженні лінійного тренда забруднення буде весь час зростати, якщо не вживати спеціальних заходів, зокрема, впровадження екологічних стандартів.

Висновки. Згідно з ДСТУ ISO 14001:2006 кожне підприємство повинно вживати заходи для того, щоб негативні впливи на довкілля і на якість водних ресурсів зменшувались. На основі проведеного прогнозування доведена важливість проведення постійного моніторингу та активізації впровадження екологічних стандартів.

Література

1. Іванова Ю. Аналіз рівня готовності суспільства до розвитку екологічних аспектів КСВ/ Ю. Іванова, І. Іванова, Н. Радченко, О. Федоренко // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2010. - №6. – С.46-50.
2. Анищенко І. Чернігівщина. Забруднення довкілля. Розвиток екологічних аспектів соціальної відповідальності / І. Анищенко, Т. Рудик, І.Іванова, Ю. Іванова // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2010. - № 1. – С.10-13.

УДК 658.562:628.35

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ У ПРОЦЕСАХ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД

*Ю.В. Шатохіна, *О.В. Ковальов, **С.Н. Лапач

Київський національний університет технологій та дизайну, Україна

**КП «Управління житлово-комунального господарства м. Славутич»,*

***НТУУ «Київський політехнічний інститут», Україна*

Актуальність моделювання у процесах очищення стічних вод обумовлена потребою у розвитку метрологічного забезпечення, тому що деякі існуючі методи контролю (контроль концентрації завислих речовин, хімічного споживання кисню, БСК₅) виявляються недостатньо оперативними [1].

Нами проведено дослідження з метою виявлення залежності між показником прозорості (Пр) стічної води і концентрацією завислих речовин (Сзр) та хімічним споживанням кисню (ХСК) стічної води м. Славутич за період з 2001-2013 рр , експериментальні дані оброблено з використанням пакета аналізу Excel по методу найменших квадратів. Встановлено, що експериментальні дані виявляють нелінійну залежність між показниками, що розглядаються, тому доцільно використовувати замість прозорості обернену функцію, тобто

1/прозорість. Отримано рівняння залежності концентрації завислих речовини від оберненої функції прозорості:

$$C_{ZF} = -\frac{198,26}{Pr^2} + \frac{613,84}{Pr} - 22,122; \quad (1)$$

з коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,8248$, а також рівняння залежності хімічного споживання кисню від оберненої функції прозорості:

$$ХСК = \frac{716,01}{Pr^2} + \frac{111,79}{Pr} + 81,444; \quad (2)$$

з коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,7842$, тобто модель достатньо точно описує реальний процес. Отримані результати дають можливість використовувати показник прозорості для оперативного контролю персоналом очисної станції концентрації завислих речовин і хімічного споживання кисню за допомогою побудованих за цими моделями номограм.

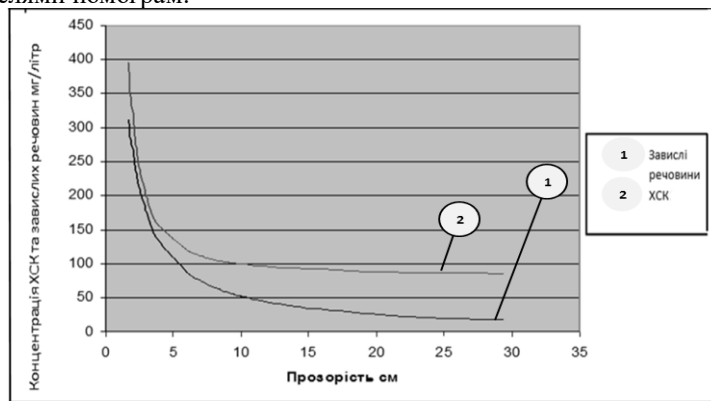


Рис.1. Номограма визначення концентрації завислих речовин і ХСК від прозорості стічної води м. Славутки

Дослідження щодо розробки комбінованого метода оперативного контролю БСК₅ здійснювалось нами за допомогою аналізу щільності бактерій, що оцінювалось експертним шляхом від 0 до 100 балів. З візуального аналізу графіку видно, що існує певна залежність між БСК₅ аеротенку у розглянутому діапазоні БСК₅ =92- 756 мг / дм³ і щільністю нитчастих бактерій, залежність змінюється протягом інтервалу існування функції двічі, аналізовану вибірку можемо розділити на три групи, які розрізняються статистично значимо: А (1 – 7 експеримент), В (8 – 15 експеримент) і С (16 – 24 експеримент). Розділ приблизно виникає при значеннях БСК₅ =300 ; 550. В Таблиці 1 приведено результати множинної перевірки середніх за допомогою критерію LSD, доведено існування трьох різних груп.

$$LSD_{a,b} = t_{n-k,\alpha} \sqrt{\frac{n_a + n_b}{n_a n_b}} S_{\text{ВН}}^2 ; \quad (3)$$

де $t_{n-k,\alpha}$ – табличне значення критерію Стюдента;

α – Рівень значимості (0,05 стандартний);

$n = 24$ – кількість спостережень;

$k = 3$, кількість вибірок;

$t_{n-k,\alpha} = t_{21;0,05} = 2,0796$;

$S_{\text{ВН}}^2$ – внутрішньо групова дисперсія.

Таблиця 1. Результати перевірки гіпотези про розбиття даних на три групи

Вибірка, номери експерименту	Середнє значення щільності	Різниця середніх (PC)	Критична різниця, LSD	Висновок однорідність груп
С (16–24)	87,33333	–	–	–
В (8–15)	43,625	43,70833	8,652343	Різні
А (1–7)	12,57143	31,05357	9,215674	Різні

Тому будемо полігональну регресію [2], яка має загальний вигляд:

$$\text{де } (X - X_n) = \frac{(x - x_n) \cdot |x - x_n|}{x};$$

A, B, C – коефіцієнти рівняння;

X – змінний параметр;

X_n – точки перелому, що знаходяться з використанням комп'ютерної програми, написаній на Visual Basic Application.

Отримане нами в результаті досліджень рівняння щільності бактерій залежно від БСК₅ з коефіцієнтом множинної кореляції $R = 0,99$ (статистично значимий: $F_R = 571,2 > F_{\text{табл}} = 3,1$ при $\alpha = 0,05$) має вигляд:

$$\hat{y} = -11,5447 + 0,116649x + 0,075 \frac{(x - 280) + |x - 280|}{2} - 0,05331 \frac{(x - 590) + |x - 590|}{2}; \quad (4).$$

Висновки. Доопрацьовано оперативний метод контролю якості води за показником прозорості в частині поширення його на забруднені стічні води, встановлення залежностей «прозорість – концентрація завислих речовин» і «прозорість - ХСК» і побудови номограм.

Встановлено, що залежність щільності бактерій в аеротенку у розглянутому діапазоні БСК₅ = 92- 756 мг / дм³ змінюється двічі, що підтверджено множинною перевіркою середніх за допомогою критерію LSD. Отримано рівняння полігональної регресії щільності

бактерій залежно від БСК₅, що виявляє можливість розробки оперативного контролю БСК₅ в аеротенку.

Література

1. Шадохіна Ю.В. Якість процесу очищення стічних вод як функція складу вхідного потоку / Ю.В.Шадохіна, Л.М.Клінцов, О.М.Шкінь, Н.С.Мазюк //Технологический аудит и резервы производства . – 2013. - №1/1(9). – С.36-38.
2. Лапач С.Н. Прогнозирование с использованием полигональной регрессии /С.Н.Лапач, А.В.Чубенко, П.Н.Бабич // Провизор.- 2003.-№16.- С..11-13.

УДК 504.75.05

ЗАСТОСУВАННЯ БАЛАНСОВИХ МОДЕЛЕЙ НА БАЗІ СПОСТЕРІГАЧА ВОЛЬТЕРРІВСЬКОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ВОЄННО-ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ ВІД БОЙОВИХ ДІЙ І ВІЙСЬКОВИХ НАВЧАНЬ НА ДОВКІЛЛЯ

С.Л. Данилюк

Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, Україна

Для формування основних передумов екосистемної індикації стану природного середовища в районі проведення бойових дій та військових навчань обмежимося розглядом балансових рівнянь наземних екосистем, що базуються на законах зберігання маси та енергії й описують масоенергообмін між основними біотичними компонентами екосистеми: продуцентами, субстратами та консументами (див. рис. 1).

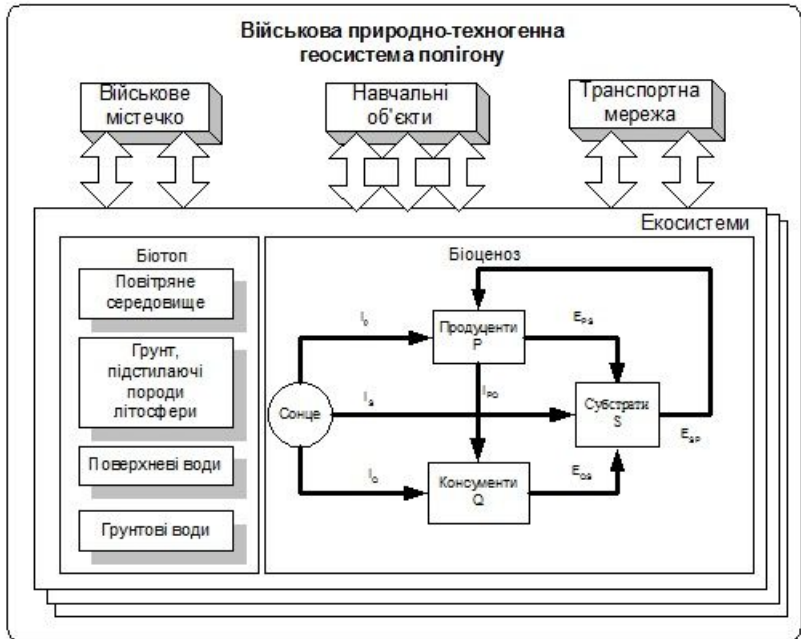


Рис. 1. Схема військової природно-техногенної геосистеми

Під біомасою будемо розуміти кількісну характеристику первинної та вторинної продуктивності біоти екосистеми, яка виражена в одиницях маси, віднесеної до одиниці площі або об'єму екосистеми. Продукенти з біомасою $P_i (i = \overline{1, \zeta}), \zeta \in N; P^T = [P_1, \dots, P_\zeta]$ створюють первинну продуктивність екосистем з простих неорганічних сполук за рахунок використання половини потоку сонячної енергії, що досягає поверхні Землі. З цієї запасеної енергії первинна продукція складає близько одного відсотка, яка стає доступною консументам - фаготрофам, що споживають зелену біомасу. Під консументами з біомасою $Q_j (j = \overline{1, \eta}), \eta \in N; Q^T = [Q_1, \dots, Q_\eta]$ будемо розуміти гетеротрофні організми, головним чином тварини - макроконсументи (фаготрофи), які поїдають інші організми або частинки органічної речовини, та мікроконсументи (сапротрофи або осмотрофи) бактерії і гриби, які вживають готові органічні речовини, але не доводять розклад органічних речовин до простих неорганічних складових. Виділяють консументи першого порядку (що споживають рослини) та консументи другого, третього, четвертого і більш високих порядків порядків (хижаки). Субстрати з біомасою $S_k (k = \overline{1, \xi}), \xi \in N; S^T = [S_1, \dots, S_\xi]$

являють собою живильну речовину, на якій розвиваються автотрофні організми.

Математична модель екосистеми полігону з врахуванням уражаючого впливу заходів БП W та відновлювального (самовідновлення та зовнішня реабілітація) впливу U у балансових співвідношеннях набуває вигляду наведеного у формулі (1).

Організація процедури балансової моделі для оцінювання впливу воєнно-техногенного навантаження від бойових дій та військових навчань на базі спостерігача вольтеррівської системи наведена на рис. 2.

В задачах оцінки комплексний індекс забруднення I_K обраховується на поточний момент часу t спостереження за узагальненим векторним індексом забруднення I_{int} . В задачі прогнозування комплексний індекс забруднення I_K обчислюється на майбутній момент часу t виходячи із значення функції $\theta(V)$, яка задається у вигляді плану-графіку БП.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dP_i}{dt} = (L_p^i - D_p^i)P_i - \sum_{j=1}^{\eta} a_{ij}Q_j + \sum_{k=1}^{\xi} b_{ik}S_k + \Omega_{P_i} + U_{P_i} + W_{P_i}, i = \overline{1, \zeta}, \zeta \in N; \\ \frac{dQ_j}{dt} = (L_Q^j - D_Q^j)Q_j - \sum_{l=1}^{\eta} d_{jl}Q_l + U_{Q_j} + W_{Q_j}, j = \overline{1, \eta}, \eta \in N; \\ \frac{dS_k}{dt} = \sum_{j=1}^{\eta} e_{kj}Q_j - \sum_{i=1}^{\zeta} c_{ki}P_i + U_{S_k} + W_{S_k}, k = \overline{1, \xi}, \xi \in N. \end{array} \right. \quad (1)$$

де L_p^i, L_Q^j - коефіцієнти природного приросту продуцентів та консументів відповідно; D_p^i, D_Q^j - коефіцієнти смертності продуцентів та консументів відповідно; a_{ij} - швидкість споживання біомаси i -го виду продуцента j -м видом консумента; b_{ik} - швидкість перетворення біомаси k -го виду субстрата до біомаси i -го виду продуцента; d_{jl} - швидкість споживання j -го виду консумента l -м видом консумента; e_{kj} - відтворення k -го виду субстрата j -м видом консумента; c_{ki} - швидкість споживання k -го виду субстрата i -м видом продуцента; Ω_{P_i} - функція, що характеризує перетворення сонячної енергії i -м видом продуцента (погодно-кліматичний фактор); $W_{P_i}, W_{Q_j}, W_{S_k}$ - функція, що характеризує безпосередній уражаючий вплив заходів БП на відповідні компоненти екосистеми. Ця функція моделюється імпульсним впливом, який стрибкоподібно переводить систему до нового стану за відповідною координатою; $U_{P_i}, U_{Q_j}, U_{S_k}$ - функція, що характеризує

безпосередній відновлювальний (самовідновлення та зовнішня реабілітація) вплив у відповідних компонентах екосистеми. Вона складається з суми природних (зовнішня міграція та сукцесія) і запланованих реабілітаційних заходів на відповідній території.

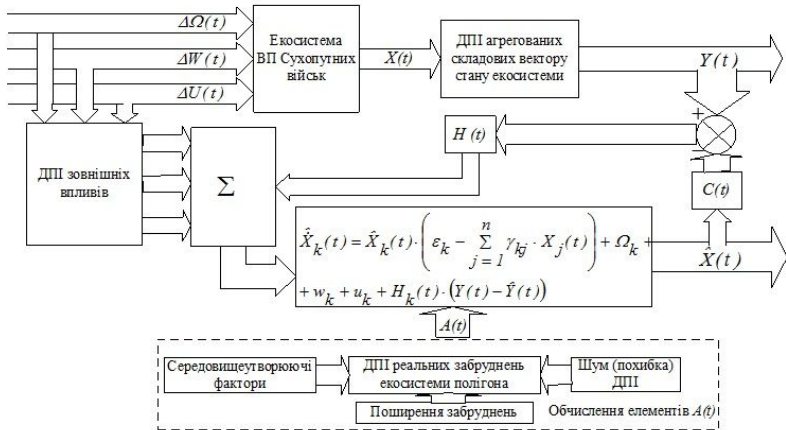


Рис. 2. Структурна схема побудови спостерігача вольтеррівської системи для оцінки стану екосистем ВПТГС, де $C(t)$ – матриця спостережень; $Y(t)$ – вектор спостережень; $H(t)$ – матриця зворотного зв'язку (матриця вагових коефіцієнтів), k – номер строки матриці зворотного зв'язку.

Відзначимо, що всі вимірювання мають дискретний характер (за часом та рівнем). За даними дискретних вимірювань здійснюється ідентифікація параметрів математичної моделі. Зв'язок між дискретними та безперервними нестационарними та стаціонарними системами задається відомими співвідношеннями, які можуть бути як точними (для лінійних стаціонарних систем) так і наближеними.

Наприклад, не припускаючи, що зовнішні впливи $\Delta\Omega(t)$, $\Delta W(t)$, $\Delta U(t)$ в інтервалі дискретизації фіксовані на рівні своїх значень на момент часу початку і всього інтервалу, можна перейти від (1) до дискретної у часі моделі.

Література

УДК 656.7:004.94

ЗАСТОСУВАННЯ СЦЕНАРНОГО ПІДХОДУ ДЛЯ РОЗРОБКИ МОДЕЛЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ПРИРОДНОГО ТА ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ

О.І. Лисенко, С.М. Чумаченко

Український науково-дослідний інститут цивільного захисту, Україна

Використання існуючих аерокосмічних засобів для моніторингу надзвичайних ситуацій (НС) не задовольняє показникам ефективності цивільного захисту за наступними чинниками:

- економічність;
- оперативність розгортання та якість спостереження;
- надійність.

Як альтернатива моделі застосування авіаційних засобів (літаки, вертольоти) та існуючим технологіям повітряного спостереження, для здійснення моніторингу зони НС, попередження та ліквідації НС пропонується інформаційно-телекомунікаційна технологія на основі застосування безпілотних авіаційних комплексів (БПАК).

Для ефективного застосування цієї технології необхідно системно розв'язати наступні проблеми:

формування запиту на інформаційно-телекомунікаційне забезпечення;
вибір пунктів територіального розміщення БПАК;
вибір безпілотного літального апарату (БПЛА) як аероплатформи для встановлення корисного інформаційно-телекомунікаційного обладнання;
вибору оперативних засобів, що виконують інформаційні та телекомунікаційні функції заданого сценарного методу.

Щоб розв'язати усі ці проблеми і розбудувати модель управління застосуванням інформаційно-телекомунікаційних технологій на основі БПАК при надзвичайних ситуаціях сформуємо структурно-функціональну модель основних етапів реалізації сценарного методу управління.

Метод сценаріїв знайшов широке розповсюдження у світі при розробці управлінських рішень завдяки тому, що надає можливість оцінити найбільш ймовірний хід розвитку подій і можливі наслідки ухвалюваних рішень. Остаточне формування концепції сценарного підходу до вирішення завдань наукового прогнозування оформилось до середини 60-х років минулого століття.

Термін сценарій розглядається як послідовність можливого розвитку подій у НС, яка встановлює взаємозв'язки між зовнішніми та внутрішніми чинниками їх розвитку, і призводить до зміни станів НС. Сценарний метод управління обґрунтовує наступні дії:

як крок за кроком управляти НС;
які альтернативні типи БПАК з конкретними льотно-технічними характеристиками (ЛТХ) та способи їх застосування необхідно обрати на кожному етапі розвитку подій в НС для того, щоб ефективно вплинути на ці процеси;
які превентивні заходи необхідно вжити для розробки відповідного типу БПАК, їх кількісного складу та оптимізації розміщення на

території України з урахуванням усього переліку ПНО та загроз виникнення НС природного та техногенного характеру;
які ефективні методи повітряного спостереження та моніторингу реалізуються тим чи іншим типажом БПАК;
як виконати виділення ключових моментів розвитку НС і розробити на цій основі якісно інші варіанти їх динаміки;
як проаналізувати кожний із отриманих варіантів з точки зору його структурних особливостей і можливих наслідків реалізації;
як вибрати корисне навантаження БПЛА для реалізації завдань щодо попередження та ліквідації НС;
як вибрати БПЛА з необхідними ЛТХ;
як оптимізувати варіанти застосування БПЛА за ресурсно-часовими критеріями.

Обґрунтування вказаних дій досягається завдяки виконанню наступних етапів реалізації методу:

1. Виявлення всіх джерел небезпеки:

техногенна складова – джерела небезпеки;

природні підсистеми – повітря, поверхневі води, підземні води, ґрунти, які розглядаються як середовища розгортання механізмів НС.

2. Визначення подій, що можуть ініціювати виникнення НС та забруднення навколишнього середовища;

3. Формування імовірних сценаріїв розвитку НС:

початковим пунктом завжди повинна бути точна оцінка справжньої НС, що веде до розуміння динаміки впливаючих чинників;

для впливаючих чинників НС з невизначеними тенденціями розвитку повинні бути виконані спеціальні прогнози і зроблені раціональні пропозиції експертів;

повинна бути розроблена множина альтернативних сценаріїв розвитку НС та відповідних способів застосування БПАК (як мінімум три - песимістичний, оптимістичний і найбільш ймовірний (реалістичний або середній)), що є певною логічною картиною.

4. Аналіз найбільш імовірних сценаріїв;

5. Оцінка ймовірності виникнення аварії для кожної ініціюючої надзвичайну ситуацію події;

6. Математичне моделювання і прогнозування масштабів можливих наслідків НС для населення і навколишнього середовища за різними сценаріями розвитку негативних подій:

БПАК – технічна складова з відповідним корисним цільовим навантаженням, що реалізовує завдання повітряного спостереження, моніторингу, попередження і ліквідації НС;

способи застосування БПАК – технології реалізації типових завдань у сфері цивільного захисту;

7. Визначення достатності превентивних заходів для забезпечення

стійкості екосистеми до зовнішніх впливів.

На рис. 1 представлена структурно-функціональна схема застосування сценарного методу управління застосуванням інформаційно-телекомунікаційних технологій на основі БПАК у НС.

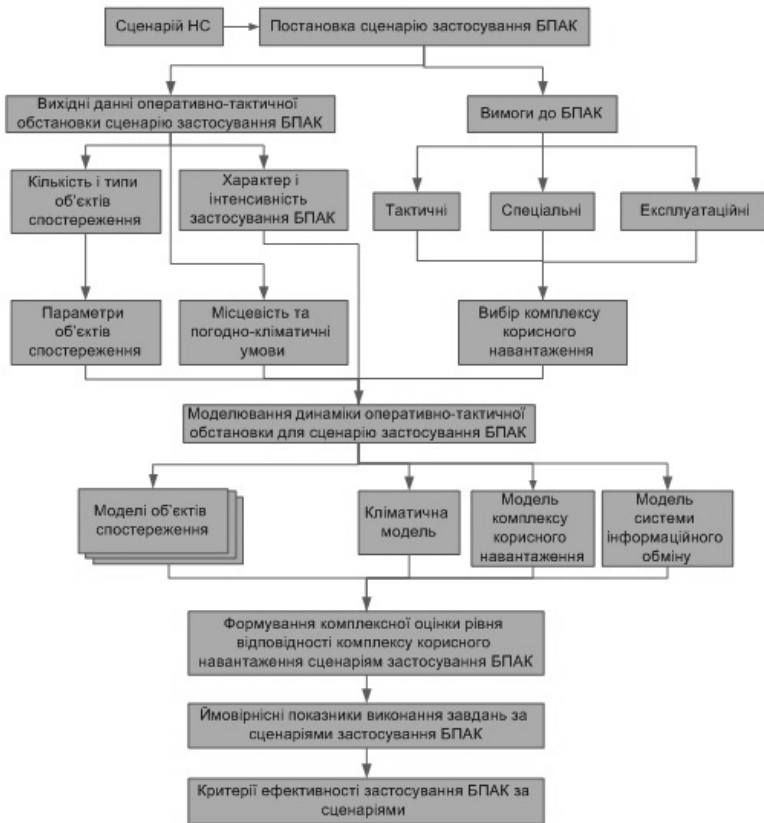


Рис. 1. Структурно-логічна модель застосування сценарного підходу

Оскільки в реальних ситуаціях разом з кількісними змінними використовуються й якісні, передбачається розробка для кожної змінної вербально-числової шкали, що містить як чисельні значення градацій, так і їх змістовний опис. Змістовний опис дозволяє розширити склад змінних, включаючи в нього змінні, що дійсно відображають характер ситуації застосування БПАК, хоча і не мають кількісної природи. Кількісні значення змінних дозволяють надійніше визначати можливі небезпеки, вимоги до цільового корисного навантаження та ЛТХ БПЛА. Якщо змінні безперервні, то доцільне виділення характерних діапазонів їх значень для використання при

аналізі ситуації застосування БПАК. Невиправдане збільшення числа змінних ускладнює можливість аналізу ситуації, в той же час зайве їх узагальнення (агрегація) також ускладнює проведення аналізу.

Література

УДК 631.3:528.8:681.518

МАТЕМАТИЧНИЙ АПАРАТ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГНОСТИЧНО - КОМПЕНСАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ЗМІННИХ НОРМ ВНЕСЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО МАТЕРІАЛУ НА ОСНОВІ УТОЧНЕНИХ ДАНИХ ҐРУНТУ

О. Броварець

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
Україна*

Отримання оперативної інформації про стан об'єкт в умовах сільськогосподарського виробництва є дуже важливою, оскільки володіння такою інформацією дає можливість прийняти оперативні управлінські рішення щодо ефективності виконання технологічних операцій в умовах невизначеності та швидкоплинності величина відповідних параметрів.

Для реалізації такої схеми необхідно розробити математичний апарат для реалізації прогностично-компенсаційної технології змінних норм внесення технологічного матеріалу.

Мета дослідження – побудова ефективної моделі оброки результатів досліджень варіабельності стану сільськогосподарських угідь отриманих від систем моніторингу за допомогою кластерної моделі для реалізації прогностично - компенсаційна технології змінних норм внесення технологічного матеріалу на основі уточнених даних ґрунту. Для реалізації поставлено мети на основі аналізу літературних результатів [1-10] і досліджень визначено існуючі методи і технічні засоби моніторингу стану сільськогосподарських угідь, які визначають якість виконання технологічних процесів у сучасних технологіях рослинництва, встановлено комплекси технічних засобів оперативного моніторингу стану сільськогосподарських угідь для ціленаправленої дії на ґрунтове середовище робочих органів сучасних сільськогосподарських машин (рис. 1).

Наукова концепція прогностично - компенсаційна технологія змінних норм внесення технологічного матеріалу полягає в отриманні інформації про стан сільськогосподарських угідь (стан ґрунту та рослинності) на основі якої з використання спеціально розробленої математичних алгоритмів виконується обробка для прийняття рішення

щодо реалізації технології природокористування при виробництві сільськогосподарської продукції.

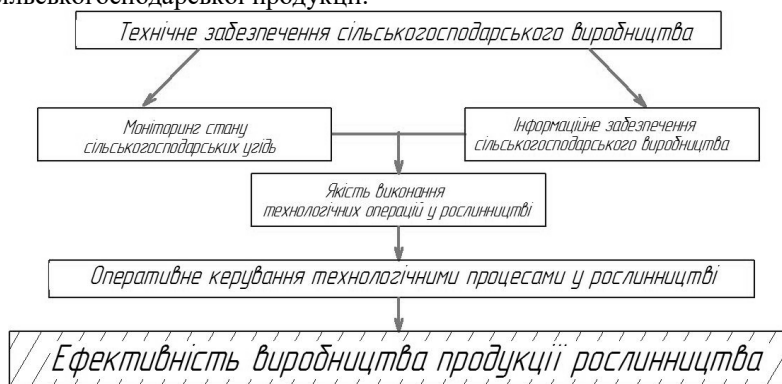


Рис. 1. Вплив на ефективність виробництва продукції рослинництва шляхом забезпечення належної якості виконання технологічної операції

Прогностично - компенсаційна технологія змінних норм внесення технологічного матеріалу полягає у розрахунку доз добрив на заплановану врожайність починають з визначення її рівня у конкретних умовах, враховуючи врожайність при природній родючості ґрунту та можливий приріст від внесених добрив. Визначення норм мінеральних добрив можна зробити, скориставшись даними агрохімічного аналізу ґрунту конкретного поля, показниками забезпеченості ґрунту елементами живлення, нормативної потреби за формулою:

$$D = Y_n \cdot H_n \cdot K, \quad (1)$$

де D – річна норма діючої речовини азоту, фосфору, калію із розрахунку на планову врожайність, $\frac{\text{кг}}{\text{га}}$ діючої речовини, $\frac{\text{кг}}{\text{га}}$; Y_n – прогнозована врожайність насінників, $\frac{\text{ц}}{\text{га}}$ H_n - нормативна потреба у повних елементах на 1 ц насінників на фоні 30 т/га гною, $\frac{\text{кг}}{\text{га}}$ діючої речовини, $\frac{\text{кг/га}}{\text{ц}}$; K – поправочний коефіцієнт на внесення поживних елементів з додатковою нормою (понад 30 т/га) гною, $\frac{\text{кг}}{\text{га}}$ діючої речовини.

Для реалізації даної технології прогностично-компенсаційної технології змінних норм внесення технологічного матеріалу необхідно розробити методика реалізації, яка з врахуванням специфіки стану ґрунтового середовища дає можливість вибрати стратегію управління агробіологічним стан сільськогосподарських угідь спрямовану на:

виробництво органічної продукції рослинництва, зменшення питомих енергетичних витрат, отримання максимального прибутку, отримання максимальної урожайності тощо (рис. 2).



Рис. 2. Реалізація прогностично-компенсаційної технології змінних норм внесення технологічного матеріалу

Очевидно, що для правильної організації управління якістю виконання технологічних операцій необхідною умовою є організація системи моніторингу. Для оцінки стану навколишнього середовища важлива об'єктивна оперативна інформація про критичні чинники антропогенної дії, про фактичний стан біосфери і прогнози її майбутнього стану. Існує проблема організації спеціальних систем спостережень, контролю і оцінки стану природного середовища (моніторингу) як в місцях інтенсивної антропогенної дії, так і в глобальному масштабі.

Висновки. Для ефективного регулювання стану ґрунтового середовища, значну роль набувають, у першу чергу, ефективні методи екологічного моніторингу - системи спостережень, оцінки і прогнозу стану природного середовища. Таким чином, прогностично-компенсаційна технологія змінних норм внесення технологічного матеріалу включає наступні основні напрями діяльності: спостереження за чинниками, що впливають на стан ґрунтового середовища; оцінку фактичного та прогноз майбутнього стану ґрунтового середовища. Запропонована прогностично - компенсаційна технологія змінних норм внесення технологічного матеріалу на основі уточнених даних ґрунту дозволяє реалізувати локально-стрічкове диференційоване внесення мінеральних добрив та дозволяє

зеконотити 10-25% посівного матеріалу і сприяє підвищенню урожайності сільськогосподарських культур в середньому на 10-20 ц/га.

Література

1. А.с. СРСР №209878, МПК5 А01С 15/12.
2. http://www.yara.de/doc/39944_Broschuere_N-Sensor_201206.pdf.
3. Патент № 55582, опубл.15.04.2003, бюл. № 4, МПК А01С 15/00/
4. Масло І.П., Мироненко В.Г. Автоматизована система моніторингу родючості ґрунту та локально-дозоване використання хімпрепаратів //Вісник сільськогосподарської науки.-1998.-№5, с.56-58.
5. Пастушенко С.И. Оптимизация сельскохозяйственных технических систем // Техніка АПК. – 1999. - №8. – С. 12-15.
6. Адамчук В.В., Мойсеєнко В.К., Кравчук В.І., Войтюк Д.Г. Техніка для землеробства майбутнього. / В зб.: Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха: ННЦ „ІМЕСГ”. – 2002. – Вип.86. – С. 20-32.
7. Сучасні тенденції розвитку конструкцій сільськогосподарської техніки / За ред. В.І. Кравчука, М.І.Грицишина, С.М.Ковалю. – К.: Аграрна наука, 2004. – 398 с.
8. Гуков Я.С., Линник Н.К., Мироненко В.Г. Автоматизированная система локально-дозированного внесения удобрений, мелиорантов и средств защиты растений: Труды 2-й МНПК по проблемам дифференциального применения удобрений в системе координатного земледелия: Рязань, 2001. – С.48–50.
9. Myronenko V., Dubrovin V. Rizeni pracovnich procesu ekologicke techniky. Sbornik prednasek VUZT “Zemedelska technika a biomasa 2004”. Том 5,- Praha, 2004.-С.71-75.
10. Мироненко В.Г. Технічні засоби забезпечення якості виконання технологічних процесів у рослинництві. Монографія, НАУ – К.,2005. – 271с.

УДК 532.5

БАГАТОФРАКЦІЙНА МОДЕЛЬ ПЕРЕНОСУ СУМІШІ ЗВ'ЯЗНИХ ТА НЕЗВ'ЯЗНИХ НАМУЛІВ В ЖОВТОМУ МОРІ

І.О. Бровченко

Інститут Проблем Математичних Машии і Систем НАНУ, Україна

Жовте море - мілке напівзамкнене море Тихого океану у східних берегів Азії. В Жовтому морі процеси переносу намулів керується складною гідродинамічною системою, що включає мусонні вітри, припливи, потоки зі Східно-Китайського моря, річні притоки. Склад донних відкладень змінюється у просторі і часі та складається із мулистих та пісчаних матеріалів різного розміру та класу. Метою данної роботи була розробка моделі переносу суміші зв'язаних та незв'язаних намулів для відтворення процесів переносу, ерозії та відкладення намулів у Жовтому морі. Гідродинамічна частина моделі базується на неструктурованій тривимірній барокліній гідродинамічній чисельній моделі із вільною поверхнею SELFE (. Для

моделювання циркуляції Жовтого моря була використана неструктурована кінцево-елементна сітка (зображена на Рис. 1), що складається з 96217 трикутних елементів, по вертикалі використовувалась мішана s-z вертикальна система, що містила 11 s-рівнів у верхньому 200-метровому шарі та 9-z рівнів біля дна.

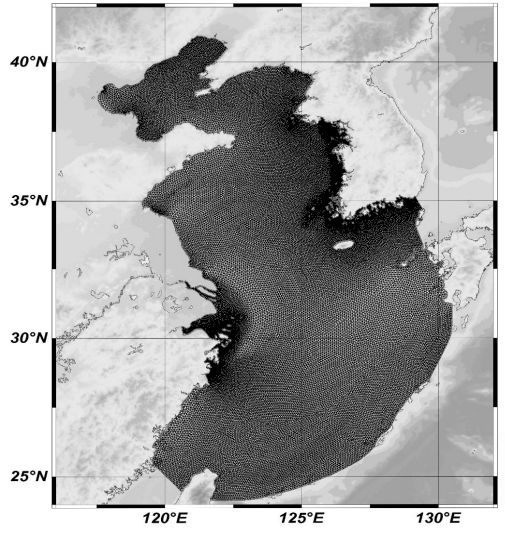


Рис. 1. Неструктурована сітка для області Жовтого моря

Модель переносу намулів MORSELE (Pinto et al, 2012) була модифікована шляхом включення модуля, що виконує розрахунки переносу зв'язних намулів та транспорт суміші зв'язних та незв'язних намулів, використовуючи підхід згідно van Ledden (2003). Аналіз існуючих даних щодо швидкості осідання зв'язних намулів узгоджується із припущенням про те, що процеси флокуляції можуть бути важливими при переносі намулів в Жовтому морі. В роботі були перевірені деякі підходи щодо визначення швидкості осідання намулів, а також використовувалась загальновідома модель рівноважного розміру флокку (Winterwerp 2002).

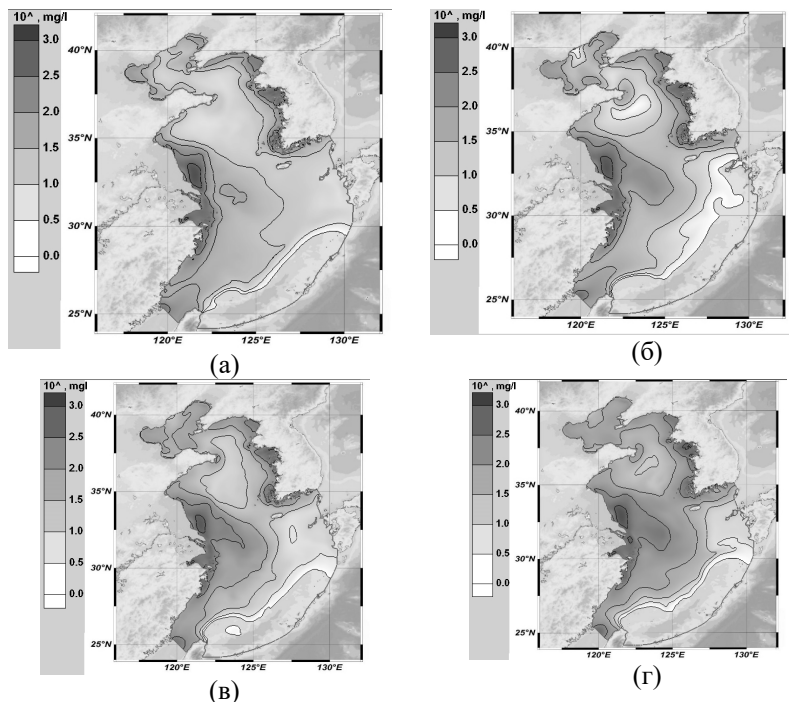


Рис. 2. Концентрація зважених намулів біля поверхні Жовтого моря: (а) Весна, (б) - Літо, (в) - Осінь, (г) - Зима.

Моделювання циркуляції та переносу намулів у Жовтому морі проводились із використанням результатів розрахунків тривимірною бароклінною моделлю для періоду 2011 року. Моделювання концентрації зважених намулів біля поверхні Жовтого моря показано на рис. 2. Аналіз результатів моделювання демонструє гарне узгодження із якісними особливостями спостережуваних течій та із доступними даними щодо концентрації зважених намулів. Моделювання показало необхідність подальшого калібрування моделі флокуляції для покращення методу обчислення швидкості осідання намулів.

Література

1. Zhang, Y.-L. and Baptista, A.M. SELFE: A semi-implicit Eulerian-Lagrangian finite-element model for cross-scale ocean circulation // Ocean Modelling, 2008, 21(3-4), 71-96
2. Roland A., Zhang Y.B., Wang H.V., Meng Y., Teng Y.-C., Maderich V., Brovchenko I., Dutour-Sikiric M., Zanke U. A fully coupled 3D wave-current interaction model on unstructured grids. // J. Geoph. Res. 2012

3. Pinto L., Fortunato A.B., Zhang Y., Oliveira A., Sancho F.E.P. Development and validation of a three-dimensional morphodynamic modeling system for non-cohesive sediments. *Ocean Modelling*, 2013, 61, 1-14.
4. Van Ledden M. A process based sand-mud model., *Fine sediment dynamics in the marine environment*. J.C. Winterwerp and C. Kranenburgeds, Elsevier, с. 577-594 2002
- 6 .Winterwerp, J.C. On the flocculation and settling velocity of estuarine mud. // *Continental Shelf Research*, 2002. 22, 1339-1360.

УДК 62-501.72

ПЕРВЫЕ МОДЕЛИ ГЛОБАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ В ИПМ АН СССР

Г.Б. Ефимов, М.В. Ефимова

*Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, Россия
Государственный университет управления, Россия*

Введение. Глобализация, ее процессы и проблемы широко обсуждаются, касаясь всех нас. Научное их исследование активно ведется, в том числе путем моделирования. Первые модели глобального развития мира, появившиеся на Западе в начале 70-х годов, предсказали грядущий кризис, что получило широкий отклик. В нашей стране первые работы по этой тематике были выполнены в Институте прикладной математики АН СССР под руководством Всеволода Александровича Егорова. В них была рассмотрена возможности управления негативными процессами в развитии мира. Начало работ по глобальному моделированию в нашей стране освещены в обзоре С.В. Дубовского [1], но их первые шаги в ИПМ, в обзор не вошли. Когда Егоров отошел от этой темы, однажды я спросил его, нельзя ли изучать “загрязнение” культурной и моральной атмосферы в обществе, “исчерпание запасов” в этой сфере, – баланс и динамику культурной и духовной жизни. Я ожидал скепсиса от перехода в неожиданную область, но он стал расспрашивать, какие явления можно рассмотреть, как их описать и оценивать. У меня была лишь смутные соображения и аналогия с известными моделями. На этих темах: началах глобального моделирования и рассмотрении области “духовных” явлений мы остановимся.

Первые расчеты в прогнозах глобального развития. В середине 1960-х гг. наряду с угрозой ядерной войны выявились и иные угрозы – рост населения Земли, истощение природных ресурсов, загрязнение среды и т.п. В 1968 г. был образован “Римский клуб”, изучавший эту проблему “глобального развития”, дал ход ее широкому обсуждению. Первые глобальные модели, расчеты Д. Форрестера, группы Д. Мидоуза и других [2], предсказав глобальную катастрофу, в качестве варианта спасения от нее предлагали “глобальное равновесие” –

остановку роста населения и других растущих негативных явлений во всем мире. В нашей стране эти проблемы объявлялись буржуазной пропагандой, однако вставал вопрос, не стоит ли за ними реальность. Постановку задачи о расчетах по модели Форрестера в ИПМ предложил В.А. Геловани, сын замминистра обороны, недавний аспирант ИПМ, В.А. Егоров, как авторитетный и активный ученый возглавил работы. Они повторили расчеты [2] и предложили ввести управление инвестициями для предотвращения катастрофы. Уже небольшие вложения в очистку и сохранение ресурсов и т.п. (5% валового продукта в мире) дали заметное улучшение ситуации. В расчетах по модели “Мир-3” были найдены варианты и стратегии, позволяющие избежать катастрофы без прекращения роста. Результаты моделирования были опубликованы в ряде статей [3], вызывавших бурную дискуссию, О реакции М.В. Келдыша на эти результаты рассказал сам В.А. Егоров в воспоминаниях [4]. Келдыш вызвал его и резко потребовал прекратить этим заниматься или уходить из ИПМ. На вопрос, почему бы не продолжить эту работу в ИПМ и не сделать ее прикладной, он ответил: "Чтобы дать верные рекомендации, надо иметь верные данные по соцстранам, а их нет (подтасовки). А рекомендации могут быть нежелательными, т.к. они помешают волюнтаризму вождей. Поэтому советую этим не заниматься". Но разрешил подвести черту под работой изданием книги. [5]. Книга вышла маленьким тиражом, без Геловани.

Исследования были продолжены В.А. Геловани с сотрудниками в новом Институте системного анализа АН СССР (ИСА), организованного Д.М. Гвишиани, зятем А.Н. Косыгина, первым замом председателя Госкомитета по науке и технике, руководившего и академической и отраслевой наукой. Ему и Геловани удалось преодолеть трудности, которые имел в виду Келдыш – получить данные по экономике Советского Союза и соцстран, установить контакты и с международными организациями, с разработчиками глобальных моделей, получить от них данные, обмениваться опытом и методиками. Была создана диалоговая система, позволяющая исследовать различные сценарии развития. Материалы работ широко публиковались (см. [1]). Важным и новым в модели было моделирование положения в Советском Союзе, большой объем достоверных данных и учет связей между ними по современным методикам. Результат оказался неожиданным – состояние дел в стране оказалось гораздо менее благополучным, чем следовало из официальных данных. Эта часть работы модели вызвала большой интерес в высоком эшелоне власти и, вероятно сыграла определенную роль в моральной подготовке будущих перемен в стране, определив

поиск путей изменения тупиковой ситуации в умах части высшей элиты [1].

Развитие этих работ в ИПМ. О развитии этой темы, и близких к ней, скажем кратко. С.П. Капица изучал проблему роста численности населения Земли, математические аспекты исследовались им совместно с С.П. Курдюмовым и его учеником Г.Г. Малинецким. Нелинейный характер и других глобальных процессов привел к применению подходов синергетики. В ИПМ проводились конференции, издавались книги серии “синергетика”, по изучению и моделированию исторических, экономических, экологических и других явлений. Исследования устойчивого развития, в России и в мире, были продолжены в институтах РАН. Итогом их стал сборник работ под редакцией В.А.Коптюга и др. [6]. В нем обсуждались общие проблемы развития, некоторые аспекты развития культурного характера, роль их в сохранении устойчивости в отдельных странах и в мире.

Динамика и экология в области “идей”. Американский историк Ф. Фокуяма в статье “Конец истории” (однополярный мир неинтересен для истории) распад Советского Союза объяснял, согласно Гегелю, идейным кризисом – потерей веры в советские идеалы, а затем уж остальными факторами. В современные глобальные модели включают две системы, новые в сравнении с моделями первых лет: военно-политическая и социальная [1]. Системы эти сильно связаны, в политической Дубовский называет одним из главных инструментов – идеи. Явлений “идеальной” сферы рассматривается и в [6] – патриотизм, национализм, национальные традиции, их сохранение или игнорирование и т.д. – и их роль в разных областях культуры, жизни и динамики общества.

В памятном разговоре В.А. Егоров спросил, какие явления имеются в виду. Я назвал “запас сострадания и сочувствия”, накопленный за годы войны, культурный багаж, энтузиазм и романтизм первых лет “оттепели” и прорыва в космос и т.п. Материи трудно определяемые и измеряемые. Представлялось, этот “запас” расходуется и недостаточно возобновляется. В области культуры и “романтизма” наблюдается аналогия “загрязнению” – менее качественными явлениями культуры, идеями и настроениями. Мне он рассказал об анализе Форрестером ухода молодежи из одной американской общины; о совете: проповедь вести активно, но с паузами, – аналог “скользящего режима” управления в механике космического полета. Предложим этот ряд наблюдений.

Смена идей и глобальное развитие. В 1968 году по Западному миру прокатилась волна студенческих беспорядков, в Париже дошло дело до баррикад. Это был серьезный кризис благополучного мира «золотого миллиарда». В основе его были экономические и

социальные проблемы, новшества технологии, влияющие на образ жизни людей, смена поколений. Меньше говорят об проблемах с идейными основами общества, части атмосферы, в которой живут люди. Особенно чувствительна к идейному климату молодежь. В Европе старшее поколение пережило страдания войны, тяжесть послевоенных лет, распад колониальных владений, страх новой мировой войны. Улучшилось положение слабых и социально незащищенных групп. В душевной атмосфере это сказалось в увеличении сострадания, сочувствия. Благополучие конца 50-х годов, смягчение противостояния политических блоков увеличило ощущение спокойствия, уверенности в завтрашнем дне. У молодого поколения это же положение, не связанное с тревогами прошлых лет, вело к иным настроениям – жажде удовольствий, в сочетании с неприятием техно-цивилизации (хиппи, секс-революция, ЛСД). Разочарование в марксизме (культ личности), мещанской прозе жизни толкало к бунтарству. Образовался разрыв идей двух поколений. В нашей стране также шла девальвация идей. "Оттепель" после 53 года довольно скоро выдохлась, дозы свободы быстро кончились, возникли национальные проблемы, несмотря на "единую нацию нового типа" (без корней). Идея, которая должна была объединять и вдохновлять, не вызывала интереса. Ее сменяли иные. Сартр в 64 году удивлялся, что в Москве гуманитарии хотели слушать не о марксизме, а о Бердяеве и Шестове. Возникла тяга к духовному наследию дедов. Чешские события обнаружили кризис Союза и блока соцстран, идейный кризис.

Капитал в "идейной" области был накоплен опытом испытаний военных лет, ядерной угрозы и других событий. Гуманизм таких личностей, как А. Швейцер, М. Ганди, борцов с фашизмом и его жертв, религиозный подъем во многих странах - распространялись в широких кругах. Идеи мира, сосуществования, свободы и прав слабых членов общества получали признание. В духовных сферах – шаги по преодолению вековых разделений среди христиан, предпринятых Римом и англиканами, православными и протестантами. Римский клуб указал еще один уровень - угрозы общемирового характера, решение которых требует объединения усилий всех стран.

Но возникают и приобретают популярность иные идеи. Приоритета частных, индивидуальных интересов. Конкуренция без ограничений поднимается на пьедестал - лишь она может обеспечивать развитие и рост (что несет угрозу человечеству). «После нас хоть потоп», - этот лозунг не нов в истории, и потопа не заставляли себя ждать. Вопросы экологии, "мирового равновесия", сменились тенденцией к бесконтрольной свободе своих интересов и выгод. Социальным тенденциям предшествовали, по Гегелю и Фокуяме, веяния в области идей. В конце 1960-х на Западе были провозглашены идеи различных

“революций” и свобод – индивидуальных интересов и прав – поведения личности, разных меньшинств, и т.д., свобод от ограничений, накладываемых обществом. Они нередко затрагивали права других частей общества, но принцип оправдывал их. Заботы о мире с равными возможностями для слабых и сильных поблекли, глобальной экологии отошли на второй план. Вопрос стоит теперь иначе: борьба за ресурсы для “своих” – своего народа, государства, социального слоя.

Замечание. Явления “идеальной” сферы сложные, имеют много уровней, соединяя социальные и другие явления, в том числе специфически “идеальные”. При анализе и построении моделей, количественной оценке, одни части явления поддаются легче, другие труднее. Если ограничиться моделированием “созревшей” части, модель получается упрощенной. Она может быть полезна для управления явлением, но целостность нарушена и искажена суть, его “изюминка”. Этим грешат, как мне кажется, многие модели явлений в “идеальной сфере”. В примере приведенным Егоровым, рецепт Д. Форрестера относится к “нижнему уровню” состояния веры в общине, служит управлению проповедью, не касаясь явления в целом. Более глубокий подход предложил бы - повысить уровень веры старшего поколения, явить примеры, увлекающие молодежь за собой.

Литература

1. Дубовский С.В. Глобальное моделирование: вопросы теории и практики. Век глобализации. 2010. 2. 47-67.
2. Forrester J.W. World dynamic. Cambridge, Mass. 1978. Форрестер Дж. "Мировая динамика". М.: Наука, 1978. Meadows D.I. e. al. The Limits to Growth. – Cambridge, Mass. 1976. Мидоуз Д. "Пределы роста". М.: 1993.
3. Геловани В.А., Егоров В.А., Митрофанов В.Б., Пионтковский А.А. Решение одной задачи управления для глобальной модели Форрестера. - Препринт № 56 ИПМ АН СССР. - М.: 1974 (также см. в [5]).
4. Егоров В.А. М.В. Келдыш – мой учитель. М.В. Келдыш. Творческий портрет. - М.: Наука. 2001. С. 373-378.
5. Егоров В.А., Калистов Ю.Н., Митрофанов В.Б., Пионтковский А.А. Математические методы глобального развития. - Гидрометеиздат, Ленинград. 1980.
6. Новая парадигма развития России в XXI веке. Комплексные исследования проблемы устойчивого развития: идеи и результаты. Под ред. В.А. Коптгога, В.М. Матросова, В.К. Левашова. – М.: Academia. 2000.

УДК 517.957

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНФЕКЦИЙ НА ВРЕМЕННЫХ ШКАЛАХ

А.В. Кац, А.П. Огуленко

Одесский национальный университет имени И.И.Мечникова, Украина

Рассмотрим следующую задачу: в обществе с некоторым фиксированным количеством людей несколько человек были инфицированы. Инфекция передается неинфицированным людям путем контактирования с инфицированными. Каждый человек, находящийся в процессе болезни, через некоторое время избавляется от инфекции путем выздоровления либо смерти. Вероятность того, что здоровый человек при контакте с инфицированным заразится, зависит от стадии болезни инфицированного человека. Задача заключается в описании характера распространения инфекции, и предсказании, при каких условиях может возникнуть эпидемия.

Одной из важнейших теорий, давшей толчок для изучения проблемы моделирования эпидемий, является теория Кермака и МакКенрика, описанная в статьях, объединенных под названием “A contribution to the Mathematical Theory of Epidemics” [1], написанных в 1927, 1932 и 1933 годах. В силу своей универсальности модель, описанная в этих статьях, и родственные ей модели оказались хорошими для описания развития эпидемий различных инфекций, включая чуму, холеру, грипп и т.д. Поэтому, несмотря на большое количество различных моделей, существующих на сегодняшний день, модель Кермака и МакКенрика (модель SIR) считается одной из базовых для описания эпидемий.

В работе производится обобщение модели SIR для описанной выше задачи, при использовании в качестве времени, как основного параметра модели, не дискретную или непрерывную шкалу, а произвольную. Данное обобщение является природным, так как скорость распространения различных инфекций среди населения зависит от времени суток или от времени года, соответственно, различные промежутки времени следует рассматривать более или менее детально в зависимости от скорости распространения инфекции на них.

Временной шкалой называется произвольное непустое замкнутое подмножество действительных чисел. Данный термин впервые ввел Стэфан Гилер для создания теории, которая объединяет дискретный и непрерывный анализ [2].

Пусть T – временная шкала, на которой мы будем искать $x(t), y(t), z(t)$,

$\bar{\theta}$ – временная шкала, соответствующая времени болезни индивидуума,

- общее число неинфицированных в момент $t \in T$,
- общее число инфицированных в момент ,
- общее число излечившихся в момент ,

- число инфицированных в момент t на протяжении времени ,
- $v(t) = -x^\Delta(t)$ – число индивидуумов, заразившихся в интервале $[t, \sigma(t))$,
- коэффициент излечения, функция, заданная на временной шкале $\bar{\theta}$,
- коэффициент инфицирования, функция, заданная на временной шкале .

Будем считать, что $\psi(t), \phi(t)$ являются кусочно-непрерывными функциями, меняющими свои значения только в точках временной шкалы.

Будем считать, что временная шкала T выбрана так, что

$$v(t, \theta) = v(t + \Delta t, \theta + \Delta t) \quad \forall \Delta t < \mu(t) .$$

Тогда модель SIR на временных шкалах выглядит так:

$$\left\{ \begin{array}{l} v(t) = -x^\Delta(t), \\ x^\Delta(t) = -x(t) \left(\int_0^t A(t, \theta) v(t - \theta) \Delta \theta + A(t, t) y_0 \right), \\ y(t) = \int_0^t B(t, \theta) v(t - \theta) \Delta \theta + B(t, t) y_0, \\ z^\Delta(t) = \int_0^t C(t, \theta) v(t - \theta) \Delta \theta + C(t, t) y_0, \end{array} \right.$$

$$\text{где } B(t, \theta) = \prod_{i=1}^k (1 - \psi(\theta - t + \rho^k(t))),$$

$$k : \theta - t + \rho^k(t) \geq 0, \theta - t + \rho^{k+1}(t) < 0,$$

$$A(t, \theta) = \Phi(\theta) B(t, \theta), \quad C(t, \theta) = \psi(\theta) B(t, \theta) .$$

Из системы следует выполнение свойства

$$x(t) + y(t) + z(t) = N \quad \forall t \in T ,$$

где N - размер населения (общее количество людей).

В данной модели используются стандартные обозначения некоторых понятий, относящихся к временным шкалам: [2]

$\sigma(t)$ - оператор перехода вперед,

$\rho(t)$ - оператор перехода назад,

$\mu(t)$ - функция зернистости временной шкалы,

$f^\Delta(t)$ – дельта-производная функции , определенной на временной шкале,

$\int_a^b f(t) \Delta t$ – интеграл функции $f(t)$, определенной на временной шкале , где $t \in T$.

Література

1. Kermack W.O., McKendrick A.G. "A Contribution to the Mathematical Theory of Epidemics"
2. Bohner M., Peterson A. "Dynamic equations on time scales"

УДК 532.517

МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ РАДІОНУКЛІДУ ^{90}Sr В ПІВНІЧНО-ЗАХІДНІЙ ЧАСТИНІ ТИХОГО ОКЕАНУ: АВАРІЯ НА АЕС ФУКУСИМА НА ФОНІ ІСТОРИЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ

*Р.В. Беженар, *В.С. Мадерич, **К.-Т. Jung

*Інститут проблем математичних машин і систем НАН України

***Korea Institute of Ocean Science and Technology, Korea*

Тихий океан є найбільшим резервуаром радіоактивних ізотопів цезію ^{137}Cs і стронцію ^{90}Sr на Землі. В основному це пов'язано з випробуваннями атомної зброї на Маршалових островах у п'ятидесятих роках. Крім того велика кількість радіонуклідів осіла на поверхню Тихого океану з атмосфери в результаті глобального випадіння після випробувань атомної зброї, що проходили в місцях Земної кулі.

Для живих організмів ^{137}Cs і ^{90}Sr є досить небезпечними, оскільки вони легко розчиняються у воді, переносяться на великі відстані, засвоюються морськими організмами і по ланцюжку живлення переходять до організмів людей, а також мають досить значний час напіврозпаду: 30.2 та 28.8 років, відповідно. Різниця між ними полягає в тому, що цезій накопичується рівномірно у всьому організмі, а стронцій - в кістках, звідки дуже повільно виводиться. Особливості розповсюдження ^{137}Cs розглянуті нами в [1], тому в даній роботі ми зупиняємося на описі поширення ^{90}Sr після аварії на АЕС Фукусіма на фоні вже існуючого забруднення.

Камерна модель POSEIDON-R [2] була застосована до північно-західної частини Тихого океану та прилеглих до неї морів, щоб описати транспорт ^{90}Sr у період 1945-2010 і здійснити радіологічну оцінку аварії на АЕС Фукусіма у період 2011-2040. В моделі розраховується перенос радіоактивності в товщі води і в донних відкладеннях, а також перенос радіонуклідів по ланцюжку живлення морських організмів та людини з розрахунком доз опромінення для населення за рахунок споживання морепродуктів.

Стронцій є досить мобільним елементом, який легко стікає з поверхні землі в річки, а з ними в моря. Тому для загального балансу ^{90}Sr в Тихому океані необхідно було врахувати його стік основними річками регіону: Янцзи і Хуанхе. Через відсутність таких даних для

оцінки концентрації ^{90}Sr в воді річок була використана загальна прогнозна модель [3]. Результати даної моделі співпали з єдиними відомими даними спостережень концентрації ^{90}Sr в річці Осака (Японія) за період 1955-2010. Було встановлено, що в Східно-Китайському і в Жовтому морях річковий стік склав 1.5 % притоку з океану, і був важливим лише в прибережних областях.

В даних розрахунках використовувалася та ж сама конфігурація моделі POSEIDON-R, що і в [1]. Особливістю моделі є динамічна модель ланцюжка живлення BURN [4], яка дозволяє описувати засвоєння радіонуклідів морськими організмами в умовах різких змін концентрацій радіонуклідів. В моделі BURN засвоєння радіонуклідів морськими організмами відбувається безпосередньо з води і в результаті поїдання забрудненої їжі у ланцюжку живлення (рис. 1). Основне рівняння моделі пов'язує концентрацію активності в "хижаку" $C_{(pred)}$ з концентрацією в "жертві" C_f

$$dC_{(pred)}/dt = a K_1 C_f + b K_w C_w(t) - K_{0.5} C_{(pred)}, \quad (1)$$

де K_1 – швидкість споживання їжі, a – коефіцієнт засвоєння радіонукліду з їжі, K_w – швидкість споживання води, b – коефіцієнт засвоєння радіонукліду з води, C_w – концентрація активності у воді, $K_{0.5}$ – швидкість виведення радіонукліду з організму, що виражається через біологічний час напівжиття $K_{0.5} = \ln 2 T_{0.5}^{-1}$. Формулу (1) можна застосовувати у випадку, якщо радіонуклід рівномірно розподіляється по всьому організму (наприклад, цезій). Проте для стронцію, який накопичується в кістках, необхідно вводити ваговий коефіцієнти, що визначає долю кісток в тілі риби. При цьому швидкість виведення радіонукліду з кісток виражається через їхній біологічний час «напівжиття».

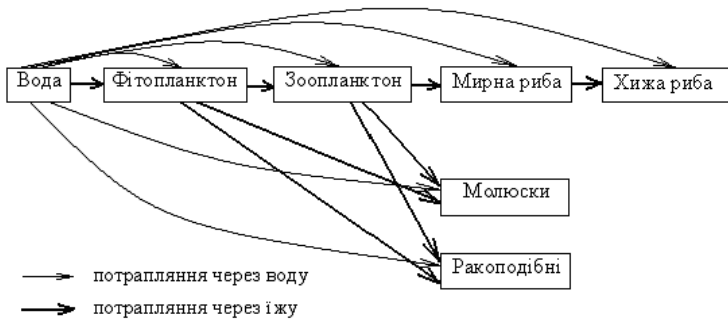


Рис. 1. Ланцюжок живлення моделі BURN.

Ще однією особливістю засвоєння стронцію є залежність швидкості засвоєння від наявності конкуруючих іонів. Для стронцію

конкуруючим іоном є Ca^{2+} , якого є достатньо в морській воді. Це означає, що в області з високою солоністю і, відповідно, високою концентрацією іонів Ca^{2+} засвоєння стронцію морськими організмами буде менше, ніж в прісноводних басейнах. Оскільки північно-західна частина Тихого океану характеризується високою і практично однорідною солоністю, то в моделі це було враховано зміною коефіцієнту засвоєння радіонукліду з води: параметр b в рівнянні (1), відповідно до [5].

Розрахована концентрація ^{90}Sr у воді, донних відкладень і морських організмах як у прибережній області навколо АЕС Фукусіма так і в інших частинах розрахункової області узгоджуються з існуючими вимірами до і після аварії 2011 року. Динамічна модель ланцюжка живлення прогнозує, що у зв'язку із затримкою передачі ^{90}Sr по всьому харчовому ланцюжку і особливістю його накопичення в кістках, концентрація в риби повернеться до фонового рівня тільки в 2018 році. Проте підвищення концентрації стронцію в морепродуктах за рахунок аварії на АЕС Фукусіма настільки незначне, що розрахована індивідуальна доза для 2011 року на порядок менша максимальної дози, що спостерігалася в 1960 році, яка була викликана випробуваннями ядерної зброї. Навіть, якщо припустити, що деяка група людей буде споживати морепродукти з 15-км області навколо АЕС Фукусіма, їхня індивідуальна доза опромінення від стронцію буде на 3 порядки меншою, ніж безпечна доза 1 мЗв згідно норм МАГАТЕ. У той же час, згідно наших попередніх розрахунків [1], індивідуальна доза від ізотопів ^{134}Cs та ^{137}Cs з такої області складе близько 3 мЗв за 2011 рік.

Література

1. Maderich V., Bezhenar R., Heling R., De With G., Jung K.T., Myoung J.G., Cho Y.-K., Qiao F., Robertson L. Regional long-term model of radioactivity dispersion and fate in the Northwestern Pacific and adjacent seas: application to the Fukushima Dai-ichi accident // *Journal of Environmental Radioactivity* – 2014. – 131. – P. 4-18.
2. Lepicard S., Heling R., Maderich V. POSEIDON-R/RODOS models for radiological assessment of marine environment after accidental releases: application to coastal areas of the Baltic, Black and North Seas. // *J. Environ. Radioactivity*, 2004. – 72. – P. 153-161.
3. Smith J.T., Wright S.M., Cross M.A., Monte L., Kudelsky A.V., Saxén R., Vakuovsky S.M., Timms D.N. Global analysis of the riverine transport of ^{90}Sr and ^{137}Cs . // *Environ Sci Technol.*, 2004. – 38. – P. 850-857.
4. Heling R., Koziy L., Bulgakov V. On the dynamical uptake model developed for the uptake of radionuclides in marine organisms for the POSEIDON-R model system // *Radioprotection*, 2002. – 37, C1. – P. 833-838
5. Heling R., Bezhenar R. Modification of the dynamic radionuclide uptake model BURN by salinity driven transfer parameters for the marine foodweb and its integration in POSEIDON-R. // *Radioprotection*, 2009. – 44. – P. 741-746.

УДК 532.59

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТА ^{137}Cs
ВО ВРЕМЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ДОЖДЕВЫХ ПАВОДКОВ В
ВОДОХРАНИЛИЩАХ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В ЗОНЕ
РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ
НА АЭС ФУКУСИМА ДАЙИЧИ**

С.Л.Кивва, М.И.Железняк, С.П.Коломиец

Институт проблем математических машин и систем НАНУ, Украина

Моделировалось загрязнение водохранилищ Таканокура и Якокава радионуклидом ^{137}Cs во время экстремальных дождевых паводков. Оба эти водохранилища (рис.2) расположены в провинции Фукусима, которая в результате аварии на АЭС Фукусима Дайичи подверглась радиоактивному загрязнению с плотностью загрязнения от 60 до 3000 кБк/м² по ^{137}Cs (рис.1).

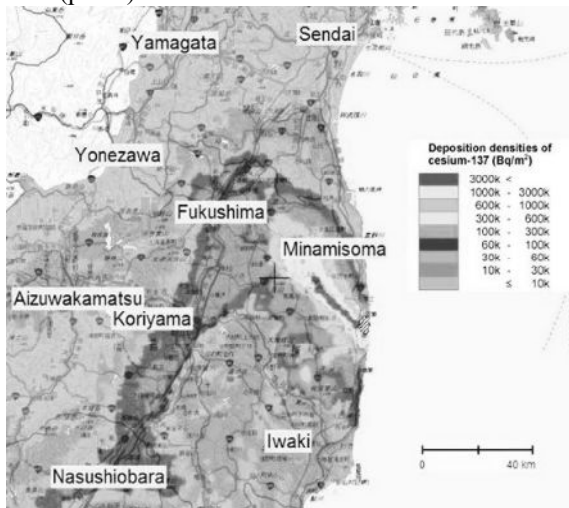


Рис.1. Плотность загрязнения по ^{137}Cs

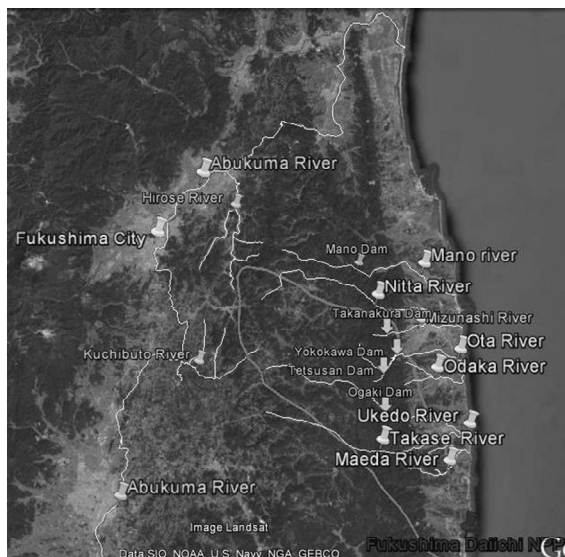


Рис.2. Водохранилища провинции Фукусима

Водоохранилища Таканокура и Якокава - это горные водохранилища, а поэтому ^{137}Cs на взвешенных наносах является основным источником их цезиевого загрязнения. Анализ экспериментальных данных показывает, что ил и мелкий песок преобладают во взвешенных наносах. Взвешенные наносы сильно загрязнены, их активность составляет от 3.8 до 44 кБк/кг по ^{137}Cs [1,2].

Для моделирования транспорта ^{137}Cs в водохранилищах применялась двумерная модель COASTOX, основанная на численном решении двумерных уравнений Сен-Венана. Для моделирования транспорта взвешенных наносов использовалось уравнение Янга (Yang). Распространение ^{137}Cs в водохранилищах моделировалось с учетом процессов обмена радионуклидов в системах «вода-дно» и «вода-взвешенные наносы».

Приведены результаты численного моделирования (рис.3).

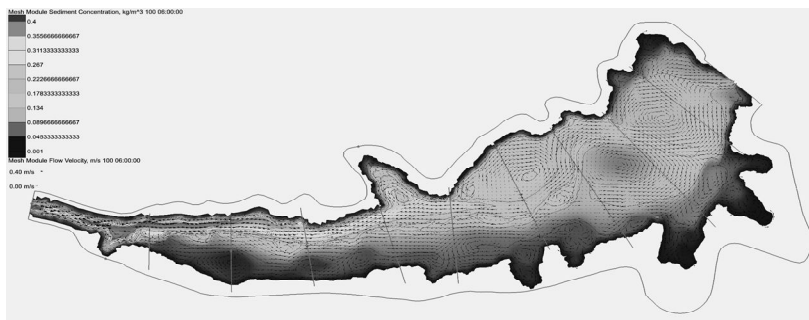


Рис.3. Концентрация взвешенных наносов в водохранилище Таканоккура во время экстремального паводка

Литература

1. Yamashiki Y., Y. Onda, H.G. Smith, W.H. Blake, T. Wakahara, Y. Igarashi, Y. Matsuura, K. Yoshimura. Initial flux of sediment-associated radiocesium to the ocean from the largest river impacted by Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant // *Scientific reports* (2014), 4: 3714 | DOI: 10.1038/srep03714, P.1-7.
2. Lepage H., O. Evrard, Y. Onda, J. Patin, C. Chartin, I. Lefèvre, P. Bonté, S. Ayrault. Environmental mobility of ¹³⁷Cs: lessons learnt from Fukushima accident (Japan) and potential use for tracking the dispersion of contamination within coastal catchments // *Journal of Environmental Radioactivity* 130 (2014), P. 44-55.

УДК 631.3

ИММИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ОЦЕНИВАНИИ ТЕХНОГЕННОЙ ОПАСНОСТИ

А.Н. Серебровский

*Институт проблем математических машин и систем НАН Украины,
Украина*

Введение. Предотвращение аварий и чрезвычайных происшествий (ЧП) на потенциально-опасных объектах (ПОО) является одной из наиболее актуальных проблем техногенной безопасности. Одним из направлений повышения эффективности предотвращения аварий являются автоматизированные технологии оценки и прогнозирования техногенной опасности. Теоретической основой решения проблемы оценки и прогнозирования техногенной опасности, (по критерию вероятности возникновения аварии) является Вероятностный анализ безопасности (ВАБ) [1-3].

ПОО (в дальнейшем «Система») это объект сложной структуры, в котором четко выделены структурные элементы. Элементарные нежелательные события, происходящие на элементах системы называют *Базисными событиями (БС)*. БС представляют собой:

отказы оборудования установленного на объекте; ошибки персонала; события, причинами которых являются различные явления окружающей среды. БС могут при определенных сочетаниях приводить к *системному отказу (аварии)*. Причинно-следственные связи между событиями формализуются логико-вероятностными методами моделирования “Дерево отказов” (ДО) и “Дерево событий” (ДС) [1-3]. В результате, формализованное описание аварии можно получить в виде дизъюнктивно-нормальной формы (ДНФ), переменными которой являются базисные события на элементах системы.

$$S = G(\{BC_i\} (i = \overline{1, n})) \quad (1)$$

где S – опасное событие, вызванное отказом системы (авария);

G – логическая функция в виде ДНФ опасного события;

$\{BC_i\} (i = \overline{1, n})$ - базисные события на элементах системы E_i .

ДНФ дает возможность представить вероятность опасного события S как аналитическую функцию, у которой аргументами являются вероятности базисных событий.

$$P(S) = Q[P(a_1), P(a_2), \dots, P(a_n)] \quad (2)$$

где $P(a_i)$ - вероятности базисных событий возможных на элементах $E_i (i = \overline{1, n})$.

Таким образом, задача оценивания вероятности аварии на заданном прогнозном горизонте сводится к решению двух задач: формирования модели аварии в виде ДО и ДС и оценки значений вероятностей БС. Решение первой задачи выполняется средствами традиционного ВАБ [2,3]. Для решения второй задачи используется ряд подходов: «Живой ВАБ» (LPSA) [4]; модели отказов [5,6]; экспертные оценки [7]; метод ситуационных поправок (МСП) [8]. Весь технологический комплекс позволяет вычислять вероятность аварии $P(S)$ на основе данных о ситуации, которая сложилась на ПОО к началу прогнозного горизонта. Полученное значение $P(S)$ характеризует степень опасности ситуации на ПОО. Данный технологический комплекс оценки ситуаций (ТОС) может рассматриваться как черный ящик, на входе которого описание ситуации, а на выходе - значение $P(S)$. Для сравнения опасности различных ПОО представляет интерес показатель, который учитывает опасность, возникающую от всего множества возможных ситуаций “Обобщенный показатель”.

Цель работы - разработать метод формирования обобщенного показателя опасности ПОО с применением имитационного моделирования.

Ситуация в системе представляется в виде совокупности значений причинных факторов опасности $X_j (j = \overline{1, k})$. Факторы влияют на возникновение БС независимо друг от друга. Для каждого фактора предварительно определены его возможные значения $(x_{j,1}; x_{j,2}; \dots; x_{j,L_j})$. Эти значения упорядочены по степени влияния фактора на вероятность возникновения БС, причем первое значение $(x_{j,1})$ принято считать нормой фактора (x_j^N) [8]. Ситуация «С» считается заданной, если для каждого фактора $X_j (j = \overline{1, k})$ установлено одно конкретное значение x_{j,l_j}^c

$$\text{"С": } X_1 = x_{1,l_1}^c; X_2 = x_{2,l_2}^c, \dots, X_k = x_{k,l_k}^c \quad (3)$$

Исходя из цели для каждого фактора $X_j (j = \overline{1, k})$ предварительно формируется интегральная функция распределения вероятностей (ИФР) возможных значений фактора $(\psi_j(X_j) (j = \overline{1, k}))$ [6].

Формирование обобщенного показателя опасности (R_i) состоит из следующих шагов.

А) Имитация случайной ситуации. (Для каждого фактора методом Монте-Карло выбирается одно случайное значение с учетом его ИФР). Совокупность подобных значений факторов имитирует ситуацию.

В) Обращение к ТОС. На входе случайная ситуация, результат – вероятность аварии $P(s)$.

С) Оценка степени опасности (наложением $P(s)$ на диагностическую шкалу). Если опасность относится к разряду неприемлемых, то к счетчику опасных ситуаций (n) добавляется единица. В противном случае этого не происходит.

Повтор п.п. А, В, С установленное число раз (N). После этого переход к п. D.

D) Определение обобщенного показателя опасности $E = n/N$.

Заключение. Обобщенный показатель опасности характеризует способность ПОО противостоять всевозможным негативным воздействиям возникающим при нежелательных ситуациях. Это позволяет использовать его в качестве критерия сравнения различных ПОО.

Обобщенный показатель может быть использован при анализе значимости отдельных нежелательных событий и чувствительности к экстремальным ситуациям.

Литература

1. Вишняков Я.Д., Радаев Н.Н. Общая теория рисков. М. : Изд. Академия, 2008. — 368 с.
2. Integrated Reliability and Risk Analysis System (IRRAS). Basic Training Course. NRC: Washington; 1995.
3. Вероятностный анализ безопасности атомных станций (ВАБ) [В.В. Бегун, О.В. Горбунов, И.Н. Каденко и др.] – К. НТУУ “КПИ”, 2000. – 568с.
4. Living Probabilistic Safty Assessment (LPSA) IAFA Vienna 1999 IAFA TECDOC – 1006 ISSN. - 48 pp.
5. Надежность в технике. Модели отказов. Основные положения : ГОСТ 27.005-97-[Введен в действие 05.12.1997] - К., Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1997. 45с. (Межгосударственный стандарт).
6. Стрельников В.П. Оценка и прогнозирование надежности электронных элементов и систем / В.П Стрельников, А.В. Федухин - К.: Логос. 2002. - 486с.
7. Сребровский А.Н. Методы оценки вероятностей отказов в процессах прогнозирования техногенных чрезвычайных происшествий // Математические машины и системы. -2007. -№2. –С.111-116.
8. Serebrovsky O. M.. Technology for Probability Assessment of Elementary Hazard Events// Journal of Scientific Research & Reports/-2 (1): 324-336, 2013; Article No. JSRR.2013.021.

УДК 532.592

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВНУТРЕННИХ УЕДИНЕННЫХ ВОЛН ВТОРОЙ МОДЫ С ПОДВОДНОЙ СТУПЕНЬКОЙ

Е.В. Терлецкая, В.С. Мадерич, И.О. Бровченко

Институт Проблем Математических Машин и Систем НАНУ, Украина

Основной причиной возникновения на шельфе внутренних волн является взаимодействие бароклинных приливов с подводными неоднородностями дна. В стратифицированном океане преобладают внутренние волны первой моды. В зависимости от расположения пикноклина относительно дна и поверхности внутренние волны первой моды бывают двух типов - волны повышения и волны понижения. В недавних работах [1,2] была показана распространенность внутренних волн второй моды в пикноклине на континентальном шельфе. Волны второй моды в стратифицированном океане характеризуются симметричными колебаниями в слое раздела и могут представлять собой как сужения пикноклина "вогнутые" волны второй моды так и расширение пикноклина "выпуклые" волны

второй моды. В работе рассматривается задача о взаимодействии нелинейных внутренних уединенных волн второй моды с подводной ступенькой.

В данном исследовании внутренняя волна второй моды численно моделируется в симметрично стратифицированной трехслойной жидкости с помощью негидростатической численной модели, основанной на решении уравнений Навье-Стокса для стратифицированной по солености жидкости в приближении Буссинеска [3].

Анализ результатов численного моделирования показал наличие разных типов взаимодействия в зависимости от параметра блокировки B , который равен отношению глубины нижнего слоя над ступенькой к амплитуде волны.

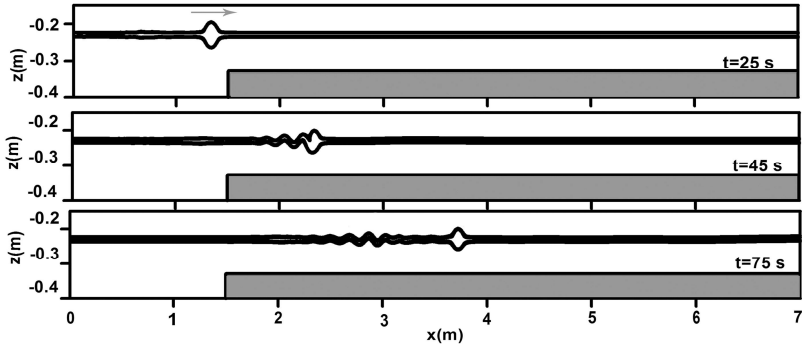


Рис. 1. Случай $B=3.2$. Слабое взаимодействие.

При значениях $B > 2.5$ (Рис. 1), что соответствует случаю, когда слой жидкости над ступенькой достаточно глубокой в сравнении с амплитудой, волна второй моды проходит через ступеньку без существенных изменений, а за волной генерируется осциллирующий нелинейный пакет с постоянной огибающей, называемый бризером. Таким образом, в рамках численного моделирования был впервые обнаружен существенно новый механизм генерации бризера - при взаимодействии волны второй моды со ступенькой.

Так же интересным является промежуточный диапазон $0.5 < B < 2.5$ (Рис.2), при котором генерируется сложная волновая картина в которой присутствует волна первой моды, распространяющаяся с наибольшей скоростью, далее следует волна второй моды, за которой формируется бризер.

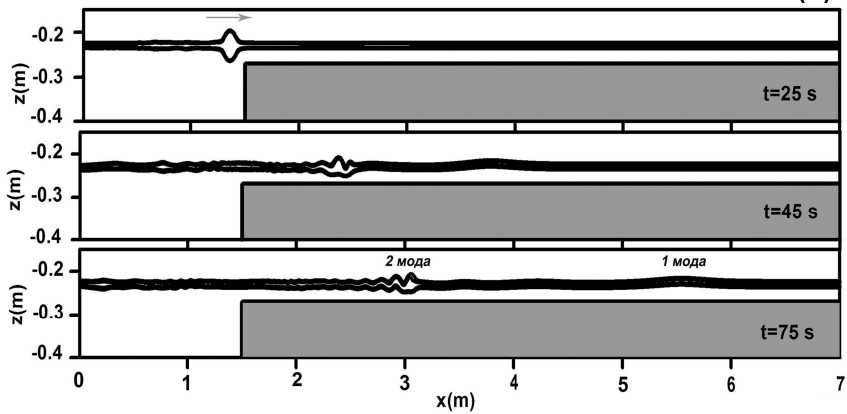


Рис. 2. Случай $B=1.2$. Умеренное взаимодействие.

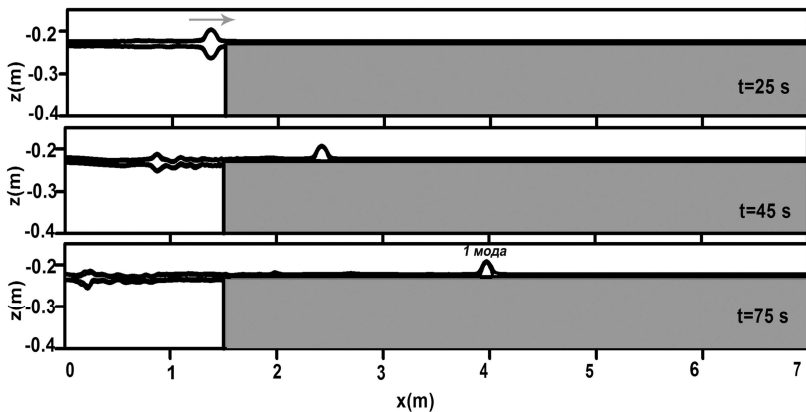


Рис. 3. Случай $B=-0.2$. Сильное взаимодействие.

Значениям параметра $-1 < B < 0.5$ (Рис.3) соответствует случай, когда амплитуда волны больше чем нижний слой над ступенькой, или же ступенька упирается в слой раздела. В этом случае волна второй моды, которая прошла за ступеньку полностью трансформируется в уединенную волну первой моды, а отраженная волна в волну второй моды.

Литература

I. Y. J. Yang, Y. C. Fang, M.-H. Chang, S. R. Ramp, C.-C. Kao, and T. Y. Tang
 Observations of second baroclinic mode internal solitary waves on the continental slope of the northern South China Sea /Journal of Geophysical Research, 2003. - 114, doi:10.1029/2009JC005318

2. A.K. Liu, F.-C. Su, M.-K. Hsu, N.-J. Kuo, C.-R. Ho Generation and evolution of mode-two internal waves in the South China Sea / Continental Shelf Research, 2013. - 59. P. 18--27.

3. Kanarska, Y., Maderich, V. A non-hydrostatic numerical model for calculating free-surface stratified flows / Ocean Dynamics, 2003. – 53. - P. 176-185.

УДК 517.958

**СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧИСЛЕННОГО И
АНАЛИТИЧЕСКОГО МЕТОДОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ
МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ (ММ) НА ПРИМЕРЕ
РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ В ЧАСТИЦЕ
ГРАФИТА ПРИ ТЕПЛОВОМ ОБЛУЧЕНИИ**

А.Н.Тигенко

*Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты,
Украина*

При решении практических задач по проектированию технологий производства известного абсорбента – терморасширенного графита (ТРГ), возникает необходимость математического описания процесса его образования из исходного вещества – частиц интеркалированного графита (ИКГ) при резком «тепловом ударе».

Постановка задачи. Физически исследуемый процесс состоит в следующем. В реакционную камеру установки, в которой происходит процесс терморасширения, с помощью питателя вносятся частицы исходного вещества. Будем рассматривать идеализированную задачу: ИКГ в виде одной частицы, имеющей форму идеальной сферы радиуса r и начальную температуру T_0 , попадает в среду, имеющую температуру излучения T_R . Необходимо найти зависимость температуры частицы от времени пребывания частицы в реакторе при различных параметрах процесса.

Основной материал. Методически данная задача разбивается на две последовательные задачи.

Первая задача, решаемая численным методом, дающая описание эволюции перераспределения температуры в объёме частицы на достаточно малом интервале времени и решаемая в предположении о дискретном поглощении тепла, соответствующем этому интервалу времени. Критерием принятия величины указанного интервала времени является малая значимость изменения условий теплового излучения, происходящая в это время. Вторая задача, решаемая аналитически, используя решение первой задачи, даёт нам окончательную ММ, описывающую интересующие нас тепловые процессы на произвольном интервале времени и различных начальных и граничных условиях.

Задачу перераспределения тепла частицы в пределах выбранного интервала времени Δt решаем методом итераций, воспользовавшись схемой конечных разностей первого порядка, для чего, переходя в сферическую систему координат, разбиваем весь объём частицы радиуса r на сферические слои толщиной δr , а также выбранный интервал времени Δt на более малые интервалы длительностью δt .

Используя известную формулу мощности поглощения теплового излучения – закон Стефана-Больцмана [2], получим количество тепловой энергии, полученной частицей за выбранное время Δt :

$$\Delta Q = \varepsilon \sigma_p (T_l^4 - T_R^4) \Delta t \quad (1)$$

Определяем температуру наружного слоя частицы в начальный момент времени:

$$T_l = \frac{\Delta Q}{c\rho V_l} \quad (2)$$

График, иллюстрирующий расчёт изменения температуры отдельных слоёв согласно данной формуле, показан на Рис.1.

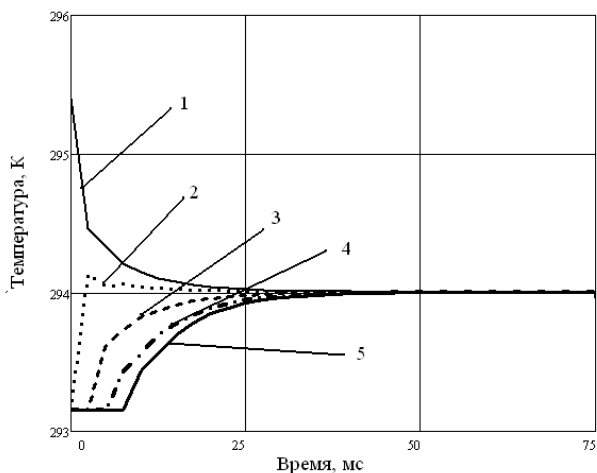


Рис.1. Зависимость температуры отдельных расчётных слоёв частицы от времени. 1 – Первый (наружный), 2 – пятый, 3 – десятый, 4 – пятнадцатый, 5 – двадцатый (внутренний)

Мы видим, что происходит достаточно быстрое асимптотическое выравнивание температуры по всем слоям частицы за время, меньшее ранее принятого интервала времени Δt , что является теоретическим подтверждением известных утверждений [3]. Физически это связано с соотношением характерных физических свойств ИКГ, таких как теплопроводность, удельная теплоёмкость, коэффициент поглощения теплового излучения. Приравняв общее количество энергии частицы

вследствие роста её температуры теплу, полученное частицей путём теплового излучения (по закону Стефана-Больцмана), получим дифференциальное уравнение для температуры частицы $T_p(t)$:

$$cm_p dT_p(t) = \varepsilon \sigma_f (T_p^4(t) - T_R^4) dt \quad (3)$$

Применив при интегрировании данного уравнения способ разложения рациональной дроби на простейшие [4] и, найдя константы интегрирования из начальных условий, получим уравнение, определяющее время нагрева t_{TRG} частицы до температуры превращения частицы в TRG T_{TRG} при температуре излучения T_R :

$$\frac{cm_p}{\varepsilon \sigma_f} \left[\ln \left[(T_{TRG} - T_R)^A (T_{TRG} + T_R)^B \right] + \frac{D}{T_R} \cdot \operatorname{arcth} \left(\frac{T_{TRG}}{T_R} \right) \right] + C = t_{TRG} \quad (4)$$

График, иллюстрирующий время нагрева t_{TRG} до превращения частицы в TRG для различных параметров, показан на Рис.2.



Рис. 2. Зависимость времени нагрева частиц до превращения в TRG от температуры излучения. 1 – частица, диаметром 0,5 мм, 2 – частица, диаметром 0,4 мм, 3 – частица, диаметром 0,3 мм

Литература

1. Dowell M.V. Exfoliation of Intercalated Graphite. Part 1. Effect of Graphite Crystallinity. Ext. Abst. Program, 12th Bien. Conf. Carbon, p.31, American Carbon Society, 1975.
2. Кухлинг Х. Справочник по физике: Пер. с нем. 2-е изд. – М.: Мир, 1985. – 520 с. ил.
3. Хейфец Л.И., Зеленко В.Л. Математическое моделирование процесса термического расширения интеркалированного графита. Методическое руководство, Москва 2008. 49 с.

4. Г. Корн, Т. Корн Справочник по математике для научных работников и инженеров, М., 1973 г., 832 с. с илл.

УДК 539.172: 543.522

ОСНОВИ МЕТОДОЛОГІЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ СИСТЕМИ ОХОРОНИ ПРАЦІ УКРАЇНИ В ДЕРЖАВНУ СЛУЖБУ ОХОРОНИ ПРАЦІ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ТИПУ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНО- ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ РІВНЯ ПРОМИСЛОВОЇ БЕЗПЕКИ В РОБОТІ НОВОЇ СЛУЖБИ

¹В.В. Бегун, ²А.А. Сергеев, ¹Т.З. Фідаров

¹ *Институт проблем математических машин и систем НАН Украины*
² *ООО фирма «Виакон»*

Структура системи охорони праці (ОП) в Україні фактично дублює структуру виконавчої влади, тому її ефективність в значній мірі залежить як від ефективності роботи самої влади, так і від належного, а не формального її відношення до питань ОП. Таке становище означає, що в Україні сфера ОП ще не стала такою же невід'ємною частиною розвитку, як керування, наприклад, однією з галузей економіки, тому робота такої «системи» фактично здійснюється на адміністративно-бюрократичній основі. Звідси - головні недоліки діяльності системи ОП й тому в трансформаційні процеси європейської спрямованості в Україні поки ще не вдалось «втягнути» таку найважливішу сферу державної діяльності, як ОП.

У тезах запропоновані методологічні основи проведення системних трансформаційних перетворень існуючої системи ОП для створення незабаром в Україні дієвої структури державної служби охорони праці (ДСОП). Ці основи розроблені з метою оптимальної реалізації (за функцією й структурою) відповідних положень загальнодержавної програми [1] по створенню безпечного виробничого середовища (БВС). Створення БВС особливо актуальне з-за включення значної кількості виробництв України в перелік об'єктів потенційної небезпеки (ОПН) та потенційно небезпечних об'єктів (ПНО). Робота на цих об'єктах характеризується значними виробничими ризиками, які поки ще не завжди контролюються сучасними технічними та організаційними засобами.

Як показують окремі дослідження, існуючий високий рівень ризиків багато в чому пов'язаний з невірністю й ряду важливих організаційно-психологічних проблем промислової безпеки як для персоналу підприємств, так і для контрольного апарату сфери ОП, а також з недостатнім вмінням (культурою) керування рівнем ризиків для суттєвого зниження існуючих небезпек [2 - 4]. Світовий та

європейський досвід [1, 5] показує, що виникнення таких проблем пов'язано в основному з реальною відсутністю в Україні ефективної системи охорони здоров'я і морального благополуччя задіяного у виробництві персоналу. Саме тому, в основу методології трансформування сфери ОП України покладено вирішення організаційно-психологічних проблем як персоналу підприємств, так і нового контрольного апарату ДСОП.

Організаційно-психологічні проблеми трансформації сфери ОП треба вирішувати на основі однозначного визначення понять виробничого ризику і реального призначення ДСОП.

Виробничий ризик, - це потенційний збиток (у тому числі для здоров'я працівників) у випадку настання небажаної події, пов'язаної з ризиком для виробничої діяльності підприємства та його працівників, який визначається з урахуванням ймовірності настання цієї події [2 - 4].

Призначення ДСОП повинно базуватись на здійсненні загального керівництва з охорони здоров'я й виробничої безпеки громадян України, яке в компаніях ЄС та у США здійснюється на базі документа OHSAS 18001 - «Система менеджменту здоров'я й безпеки» (Occupational Health and Safety Assessment Series - H&S). Він дає потрібні рекомендації по створенню в компаніях систем типу H&S (або в нашому розумінні – БВС), як складової частини їх менеджменту та забезпечує сумісність стандартів систем менеджменту ISO 9001 (якість) та ISO 14001 (екологія) з метою об'єднання факторів якості, екології й ОП за допомогою інтегрованої системи управління безпекою виробництва. Вигоди від впровадження системи H&S створюються завдяки:

- зниженню кількості травм за рахунок попередження і управління небезпеками/ризиками на робочих місцях;
- зниженню рівня (вірогідності) потенційного ризику виникнення небезпек, нещасних випадків, аварій;
- гарантуванню підготовці кваліфікованої і компетентної робочої сили;
- зниженню можливих пошкоджень, руйнувань і матеріальних втрат у випадках виникнення надзвичайних ситуацій (НС) та/або аварій;
- зниженню загального обсягу страхових внесків і внесків за завдання збитків підприємствам та персоналу за допомогою засобів прогнозування, попередження та зниження ризиків;
- зниженню втрат робочого часу;
- забезпеченню інтеграції питань виробничої безпеки в єдину систему управління - якістю, навколишнім середовищем, охороною здоров'я й безпеки;

- приведенню дій керівництва організації відносно виробничої безпеки у відповідність з регуляторними (законодавчими) вимогами;
- поліпшенню іміджу організації;
- збільшенню задоволеності та мотивації працівників.

Отже, - система Н&S на робочих місцях є ключовим чинником успіху організації і держави та корпоративною метою компаній поряд з якістю продукції та комерційним успіхом. Відмінності системи Н&S суттєво знімають психологічну напругу з працівників ще тому, що вони стають впевненішими в собі і більш вмотивованими на виробництві завдяки усвідомленості, що вони ніколи за свої законні дії на виробництві не тільки не отримують несправедливе покарання, але й приниження своєї гідності. Саме в цьому в Україні повинні бачити як головну, - ефективну роботу по створенню та функціонуванню БВС.

Математична модель використання ризик-орієнтованого підходу для роботи та аналізу функціонування ДСОП. Оманливе уявлення про роботу існуючої сфери ОП пов'язане не стільки з назвою цієї служби, а, багато в чому, з уявною простотою виконання її правил та формально-упередженням характером контролю за їх виконанням інспекторами. Однак, як показують численні дослідження з промислово-екологічної (виробничої) безпеки (ПЕБ), - практично будь-який напрямок людської діяльності безперечно пов'язаний з реальним ризиком [1 - 5]. Тому, треба знищити цю упередженість в питаннях ОП та впровадити в новій ДСОП ризик-орієнтований підхід (РОП) й ідеологію створення на підприємствах, особливо на тих, які віднесені до переліку ОПН та ПНО, систем ОП, не гірших, ніж система Н&S.

Для системного аналізу подій, пов'язаних з небезпечними ситуаціями, є ряд математичних визначень понять «небезпека» і «ризик» [2 - 4], проте, очевидно, що ризик (Risk) R_j типу j є «змішаною» вірогіднісно-детермінованою функцією від найважливіших видів небезпек (Danger) D_n ($n = 1, \dots, N$), які можуть виникати в рамках окремого виробничого процесу, що в математичній формі можна уявити, як функцію:

$$R_j = F_j(D_1, D_2, \dots, D_n, \dots, D_N) \quad (1),$$

де: R_j – ймовірність виникнення (реалізації) ризику типу j ($j = 1, 2, \dots, J$) від однієї і/або одночасно від декількох небезпек із множини ($D_1, D_2, \dots, D_n, \dots, D_N$);

$D_1, D_2, \dots, D_n, \dots, D_N$ - множина можливих видів (типів) небезпек, які випадково і/або детерміновано можуть виникнути (реалізуватись), сприяти (або сприяли) певним збиткам (DaMAGE) DM_k ($k = 1, 2, \dots, K$), що мають фізичну (для працівників і працівників сторонніх організацій та інших зацікавлених людей, підприємств, обладнання та/або навколишнього середовища) й моральну природу

(для працівників і інших людей та відповідних державних установ, включаючи можливий міжнародний резонанс щодо виниклої аварійної ситуації (аварії) типу j).

Можливий збиток DM_k безумовно, залежить від величини (рівня) ризиків R_j , що можуть виникнути і/або виникли, тому визначимо функцію збитку як:

$$DM_k = F_2(R_1, R_2, \dots, R_j) \quad (2)$$

Реально можлива величина збитку DM_k по формулі (2) - пропорційна значенню функції F_2 , яка в свою чергу залежить від рівня ризиків R_j різних типів.

Безумовно, в подібних ситуаціях більш доречно говорити про реальний збиток, однак розрахунок реального та/або можливого збитку потребує окремих розрахунків та/або моделювання.

Звідси, визначення найважливіших факторів, за допомогою яких можна формалізувати можливість виникнення небезпечних ситуацій у виробничих процесах та встановлення математичної залежності між цими факторами, дозволяє здійснити математичну постановку задачі:

$$R_0 = F_3(DM_1, DM_2, \dots, DM_k) \rightarrow \min.$$

Таким чином, істотного зменшення ризиків можна домогтися лише шляхом оптимізації контролю (моніторингу) за кожним з реальних видів небезпек $D_1, D_2, \dots, D_n, \dots, D_N$, що і дозволить «утримувати» ризик R_0 на рівні, прийнятному або близькому до мінімального для більшості небезпечних виробничих процесів.

Інакше кажучи, незважаючи на те, що термін «управління ризиками» отримав вже наукове обґрунтування [2 - 4], але більш точно зміст цього терміну ми визначимо, як «управління рівнем можливих збитків від ризиків, - через вплив (контроль) на рівень ризиків окремих типів в окремих точках технологічного процесу завдяки отриманню та аналізу достатньо точних вимірянь характеристик найважливіших небезпек в результаті моніторингу, статистичної обробки цих даних та через вибір, розробку й здійснення адекватних профілактичних і, при необхідності, рятувальних мір».

Функціонування підсистеми моніторингу та управління ризиками. Забезпечення надійності та безпеки техніко-технологічних систем в процесах їх створення, дослідної і виробничої експлуатації - одна з найважливіших проблем у технології управління ризиками.

Моніторинг та аналіз ризику виникнення аварій треба проводити заздалегідь на основі системного підходу для вирішення завдань попередження або зменшення небезпеки життю людей, захворювань або травм, шкоди майну та навколишньому середовищу. Оцінку та аналіз потенційних небезпек і ризику проводять у логічній послідовності, що включає: попередній аналіз небезпеки, виявлення

послідовності виникнення небезпечних ситуацій (інцидентів), аналіз наслідків виниклих раніше ситуацій.

Результати обробки даних моніторингу та засоби аналізу ризику обов'язково потрібні також при: декларуванні ПЕБ, проведенні експертизі ПЕБ, обґрунтуванні технічних рішень по безпеці, страхуванню, економічному аналізі безпеки, оцінці впливу господарської діяльності на навколишнє середовище та ін.

Аналіз ризику включає: виявлення (ідентифікацію) найбільш актуальних на даний момент небезпек, оцінці на цей момент існуючого рівня (ймовірності) ризику, коли під загрозою розуміється джерело потенційної шкоди або ситуація з можливістю нанесення збитків, а під ідентифікацією небезпеки - процес виявлення і визнання, що небезпека існує, а також визначення її характеристик.

Основною вимогою до вибору або до визначення критерію прийняттого ризику [4], є його обґрунтованість і визначеність. Критерії та рівні прийняттого ризику слід визначати, виходячи з сукупності умов, що включають вимоги безпеки і кількісні показники небезпек.

Техніко-технологічні засоби безперервного і/або періодичного моніторингу. Моніторинг небезпек і ризиків вимагає створення за допомогою сучасних технологій, - досить точних і безвідмовних систем датчиків, передачі та обробці даних вимірювань найбільш важливих характеристик кожної з «небезпечних точок».

В якості адекватних засобів для проведення динамічних вимірювань в реальному часі і обробки даних про стан «небезпечних точок», нами пропонується застосування сучасних розгалужених радіомереж аналогових і цифрових датчиків й програмні засоби для оперативної статистичної обробки даних, які надходять від системи датчиків інформації [6]. Тому у ситуації, коли в одному з режимів функціонування виробничого об'єкту може виникнути реальна виробнича небезпека, - переваги в застосуванні зазначених засобів цілком очевидні, оскільки забезпечується не тільки необхідна точність вимірювань показників «небезпечних точок», а й оперативність формування потрібних баз статистичних даних вимірюваних характеристик, а також їх обробка із можливістю окремої сигналізації від датчиків в надзвичайних ситуаціях.

Природно, що створення подібної системи моніторингу стану «небезпечних точок», станів здоров'я працівників і стану параметрів зовнішнього середовища потребують додаткових витрат з боку відповідного підприємства та/або державного органу, який забезпечує їх безпеку, однак подібні витрати не йдуть ні в яке порівняння зі шкодою, що може виникнути в результаті розвитку аварії на будь-якому з ОПН або ПНО [2, 3].

Отже, запропонований нами підхід полягає в застосуванні такої системи техніко-програмних засобів моніторингу, які були б адекватні рівню небезпек, що можуть виникати на будь-який з «небезпечних точок» ОПН та/або ПНО. У цих цілях нами пропонується створення досить дешевих (порівняно з можливим збитком) та розгалужених систем електронних датчиків, пов'язаних із засобами обробки даних по надійних радіоканалах, причому засоби обробки даних моніторингу повинні бути в змозі оперативно передавати зібрану і оброблену інформацію на спеціальні монітори для оперативного прийняття рішень щодо виходу з ситуації фахівцям з групи осіб, що приймають рішення (ОПР), які можуть скористатися допомогою окремої програмної системи інформаційно-інтелектуального контролю промислової безпеки.

Оцінка ефективності трансформаційних перетворень в сфері ОП. Для оцінки ефективності запропонованих нами методологічних основ трансформації сфери ОП нами передбачено використовувати розвинуті аналітичні моделі ризик-орієнтованого підходу та програмно-моделюючі засоби широкого спектру, від достатньо простих структурно-логічних моделей, - до складних агентних, імітаційних та аналітико-імітаційних моделей. Вибір конкретного апарату дослідження для проведення вказаних оцінок залежить як від складності об'єкту досліджень, так й від конкретних умов виконання таких досліджень. Частина з цих засобів нами вже розроблена та застосовується, розробка ж більш складних моделей потребує наявності конкретних технічних завдань від Замовника.

Література

1. «Загальнодержавна соціальна програма поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на 2014-2018 роки». Затверджена Законом України від 4 квітня 2013 року № 178-VII.
2. В. В. Бегун, О. В. Горбунов, И. Н. Каденко, Е. Н. Письменный, А. Ю. Зенюк, Л. Л. Литвинский // «Вероятностный анализ безопасности атомных станций» - Киев 2000. - 568 с.
3. Бегун В. В. / Задача определения текущего риска объекта повышенной опасности // Математические машины и системы. – 2011. - №1. С. 120 – 126.
4. Хенли Э. Дж., Кумамото Х. Надежность технических систем и оценка риска / Пер. с англ. Сыромятникова В. С., — М., 1984.
5. Інструкція з організації роботи органів державного нагляду у сфері цивільного захисту та техногенної безпеки. Затверджено наказом МНС від 12.01.2010.
6. В.В. Литвинов, А.П. Семик, А.А. Сергеев / Проект системы мониторинга шахтного персонала и оборудования на основе ридиосетей ASNET // Съема міжнародна наук.- практ. конф. «МОДС 2012»: тези доповідей. – Чернівці-Жукін, 2012, С. 124 – 125.

**ВЕРИФИКАЦИЯ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ВОКРУГ РОВЕНСКОЙ АЭС
НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДЕЛИ WRF**

А.В.Халченков, И.В.Ковалец, А.М.Романенко

Институт проблем математических машин и систем, Украина

Введение. Система РОДОС [1] – это европейская компьютерная система поддержки принятия решений (СППР) при радиационных авариях. Эта система включает в себя математические модели и базы данных для прогнозирования и оценки последствий возможных радиационных аварий, а также планирования неотложных и долгосрочных контрмер. В данный момент система РОДОС внедряется для оперативной работы на украинских АЭС, в частности на Ровенской атомной электростанции.

Оценка текущего и будущего (прогнозируемого) состояния приземного слоя атмосферы является одной из важнейших задач, возникающих при прогнозировании радиоактивного загрязнения окружающей среды. Для получения качественных метеорологических полей необходима верифицированная модель численного прогноза погоды. Нами, для совместной работы с РОДОС, была выбрана мезомасштабная метеорологическая модель WRF [2], использующая свободно распространяемые данные глобального прогноза в качестве входных данных [3].

В процессе внедрения и проведения тестовых верификационных расчетов, было обнаружено, что прогнозные направления ветра, полученные в результате расчета метеорологической модели WRF, обладают значительной систематической погрешностью для направления ветра (Рис.1). Наличие большой ошибки для направления ветра, может критически сказаться на точности прогноза распространения загрязнений и поставить под сомнение целесообразность всей совместной работы систем РОДОС и WRF.

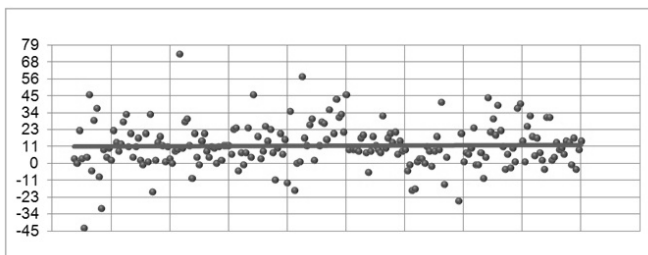


Рис.1. Разница между прогнозным и фактическим направлением ветра на пятый час прогноза

Роза ветров и качественная оценка измеренных направлений ветра. Для правильного понимания причин возникновения ошибки была построена роза ветров по результатам измерений местной метеостанции и по результатам расчета моделью WRF (Рис.2). Метеостанция, с измерениями которой сравнивались прогнозные направления ветра, расположена в черте города Кузнецовска, и как видно из рисунка 2, роза ветров, построенная на основе измерений, имеет ярко выраженные особенности, связанные с местной городской застройкой.

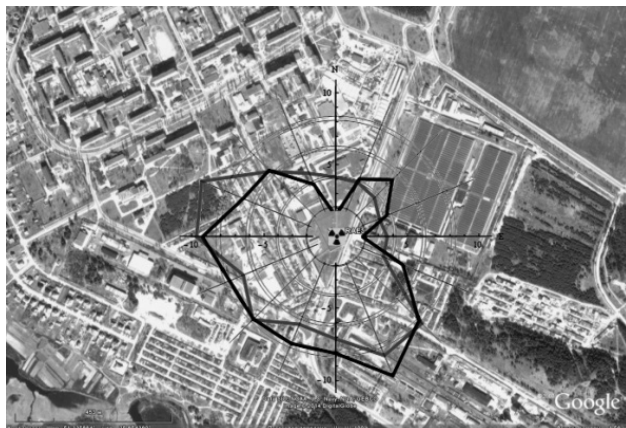


Рис.2. Роза ветров за 2006-й год, построенная по результатам расчета WRF (красная) и по результатам измерений (черная)

Кроме того было обнаружено, что аналогичный расчет WRF и сравнение с результатами измерений для метеостанции ровенского аэропорта не содержит подобную систематическую ошибку. Это позволяет предположить, что большая систематическая ошибка для РАЭС носит локальный характер и связана с неточным представлением подстилающей поверхности в модели и наличием

городской застройки в непосредственной близости к месту измерений. Эту ошибку можно уменьшить за счет улучшения качества данных подстилающей поверхности (топография, категория землепользования). При этом полноценный учет влияния городской застройки может быть достигнут только путем уменьшения шага дискретизации расчетной сетки до масштабов ~100 м, что невозможно выполнить в рамках оперативных расчетов WRF. В тоже время, эта ошибка носит локальный характер и предположительно не должна существенно сказываться на значительных расстояниях от источника (> 10 км).

Улучшение качества расчета путем уточнения подстилающей поверхности. Модель WRF поставляется совместно с архивом, содержащим данные о подстилающей поверхности. Максимально возможное разрешение для топографических данных в этом архиве – 30 секунд. В данное время свободно доступен набор радарных топографических данных (SRTM) с высоким разрешением 3 секунды [4]. Использование данных SRTM вместо стандартного набора топографических высот позволяет существенно улучшить качество прогноза WRF. Для практической реализации этой подстановки была написана программа интерполяции высот из набора SRTM в ячейки расчетной сетки, которая вычисляет размеры каждой ячейки расчетной сетки и в качестве топографической высоты этой ячейки подставляет среднеарифметическое значение всех высот из набора SRTM, расположенных в этой ячейке.

Наряду с топографией, одной из важнейших характеристик, влияющих на метеорологическое моделирование – являются категории землепользования (Land use). Препроцессор WPS модели WRF по умолчанию настроен на использование категорий землепользования с максимальным разрешением 30 секунд, что также не позволяет хорошо воспроизвести особенности подстилающей поверхности. В то же время на сайте WRF в тестовом режиме доступен новый набор данных modis_15s с 15 секундным разрешением, позволяющий учесть наличие небольшого города, такого как Кузнецовск и окрестных лесов. Для использования этого набора данных достаточно внести изменения в настроечный файл geogrid.tbl и указать путь на новый набор данных с категориями землепользования.

Совместное использование новой топографии и новых категорий землепользования позволило снизить систематическую ошибку более чем на 30%. На рисунке 3 приведены значения посчитанных и измеренных направлений ветра для декабря 2013-го года.

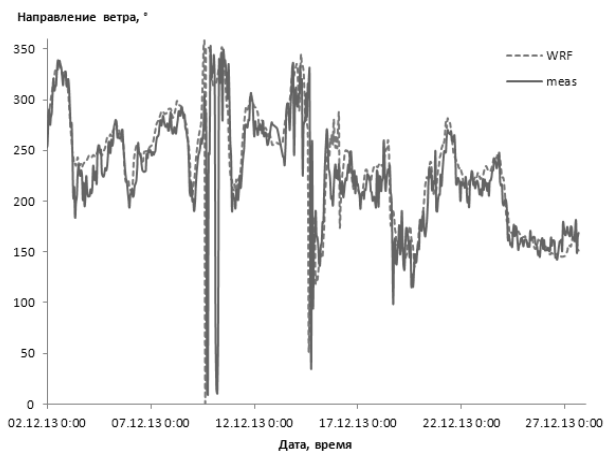


Рис.3. Посчитанные и измеренные направления ветра за декабрь 2013-го года в окрестности РАЭС

Литература

1. RODOS re-engineering: aims and implementation details / Y. Ievdin, D. Trybushny, M. Zheleznyak [et al.] // Radioprotection. – 2010. – Vol. 45, N 5 –190p.
2. A description of the advanced research WRF version 3. [Электронный ресурс] / W.C. Skamarock, J.B. Klemp, J. Dudhia [et al] // NCAR Technical Note NCAR/TN-475+STR. – USA, Boulder: National Center for Atmospheric Research, 2008. – 125 p.
3. Rutledge G. NOMADS – a climate and weather model archive at the National Oceanic and Atmospheric Administration / G. Rutledge, J. Alpert, W. Ebusizaki // Bulletin of the American Meteorological Society. – 2006. – Vol. 87. – 341p.
4. An assessment of the SRTM topographic products, Technical Report JPL D-31639 / Rodriguez, E., C.S. Morris, J.E. Belz, E.C. Chapin, J.M. Martin, W. Daffer, S. Hensley — 2005 - Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, California, 143 p.

УДК 519.6

ОПТИМИЗАЦИОННАЯ ЗАДАЧА ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНА

В.М. Попов, М.В. Новожилова, И.А. Чуб

*Национальный университет гражданской защиты Украины, Украина
Харьковский национальный университет строительства и архитектуры,
Украина*

Проблема снижения негативного техногенного влияния на среду обитания человека и природу приобретает все большее значение в условиях острого дефицита финансовых и материальных ресурсов государства. Поэтому первостепенное внимание на данном этапе

развития общества в рассматриваемой предметной области отводится совершенствованию механизмов управления региональной и объектовыми системами техногенной безопасности (СТБ), в частности, управления ресурсным потенциалом СТБ. Одним из этапов управления является определение текущего уровня техногенной безопасности региона и решение двух взаимосвязанных задач: разработка стратегии повышения уровня техногенной безопасности, а также обеспечение текущего уровня безопасности региона с учетом фактора старения основных фондов предприятий, ухудшения состояния инженерной инфраструктуры городов, понижения рекреационных способностей региона.

Решение этих задач имеет как технические, так и социальные составляющие, требует огромных затрат и, как правило осуществляется в рамках многоэтапных программ обеспечения безопасности регионально-экономических систем.

Модели разработки многоэтапных программ обеспечения безопасности в региональных системах и методы решения соответствующих оптимизационных задач рассматривались в работах В. Н. Буркова, А. Ф. Грищенко, А. И. Хлытчиева, С. А. Баркалова, Н. Н. Брушлинского, А.И.Половинкиной и других авторов.

В данной работе предложено развитие дискретной оптимизационной модели определения стратегии повышения уровня техногенной безопасности региона.

Положим, в регионе расположено конечное множество предприятий, которые являются потенциально опасными объектами (ПОО). Каждый ПОО характеризуется своим уровнем техногенной безопасности y_n , $n=1,2,\dots,N$. Будем считать оценкой безопасности региона аддитивную функцию вида

$$Y = \sum_{n=1}^N \lambda_n y_n, \quad (1)$$

где $\lambda = \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N\}$ – вектор оценок значимости каждого из множества N предприятий для региона. Эти оценки отражают экономическую и социальную значимость ПООв региональной социально-экономической системе, вклад предприятия в развитие региона, в повышение его инвестиционной привлекательности.

При этом определение уровня безопасности ПОО осуществляется, как правило, на основании статистических данных инспекторских проверок, контроля соблюдения технологических требований, а также оценки состояния основных фондов предприятия. Использование этих и других временных рядов данных, а также экспертных оценок состояния объектовых СТБ позволяют сформировать экспертную оценку уровня риска чрезвычайной ситуации (ЧС), обусловленной

производственной деятельностью предприятия. Таким образом, оценить уровень риска – это значит определить вероятность возникновения угроз безопасности системе и отдельным ее компонентам, а также оценить возможный ущерб социально-экономической системы региона.

Измерение уровней безопасности и риска может осуществляться как в качественных («низкий», «средний», «высокий») [1], так и в количественных шкалах в зависимости от предпочтений ЛПР. В работе используется целочисленная нормированная шкала $[0, 1, \dots, M_{\max}]$, такая, что уровень y_n безопасности n -го ПОО связан с уровнем риска x_n соотношением $x_n + y_n = M_{\max}$.

В рамках осуществления долговременной многоэтапной программы обеспечения техногенной безопасности в регионе достижение и поддержка заданного уровня безопасности y_n требует определенных затрат $\varphi_n(y_n, t)$ как от предприятия на создание и содержание объектовой системы защиты, так и затрат $\eta_n(y_n, t)$ со стороны территориальной подсистемы государственной службы Украины по чрезвычайным ситуациям (ГСЧС Украины), что описывается функцией вида

$$z_n(y_n, t) = \varphi_n(y_n, t) + \eta_n(y_n, t). \quad (2)$$

Уровень y_n техногенной безопасности n -го ПОО определяется структурой территориальной подсистемы ГМЧС Украины и объектовой службы.

Отметим, что особенности планирования бюджета территориальных подсистем ГСЧС Украины, бюджета города и области таковы, что период планирования – год, т.е. задача допускает дискретизацию по времени. Кроме того, в данной работе предполагается, что уровни техногенной безопасности измеряются по дискретной шкале (K градаций, единица измерения – $1/K$), что соответствует принятой форме отчетности.

Тогда имеет место следующая двухкритериальная задача: необходимо определить T -этапную программу повышения уровня безопасности региона до требуемой величины Y^{opt} с минимальными суммарными затратами

$$Z = \sum_{t=1}^T Z_t = \sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^N z_n(y_n, t). \quad (3)$$

Отметим также следующие особенности рассматриваемой задачи, вытекающие из анализа практической деятельности территориальных систем ГСЧС Украины.

начальные уровни безопасности различных предприятий могут быть различными.

затраты на повышение уровня безопасности n -го ПОО с величины $y_n = i\delta$ значения $y_n = j\delta$ период t составляют $S_n^{ij}(t) = S_{n\phi}^{ij}(t) + S_{n\eta}^{ij}(t)$ единиц (при $\phi_n(y_n, t) = 0$, $S_{n\phi}^{ij}(t) = 0$).

затраты $C_n^i(t)$ на поддержание достигнутого уровня $y_n = i\delta$ безопасности ПОО не являются постоянными в силу амортизационных расходов. Другими словами, в зависимости от длительности периода Δ поддержания текущего уровня безопасности n -го ПОО затраты данного вида являются функцией времени: $C_n^i(y_n, t) = (1 + \alpha_n)^{\Delta-1} C_{n\eta}^i(t - \Delta + 1)$ единиц, где α_n – коэффициент, учитывающий затраты на амортизацию.

общая сумма затрат для каждого периода t ограничена величиной $Z_t^{\text{доп}}$.

С учетом вышеприведенных особенностей задача такова: составить T -этапную программу повышения уровня безопасности региона до максимально возможной величины Y^{max} в рамках выделяемого по этапам финансирования $Z^{\text{доп}} = \{Z_1^{\text{доп}}, Z_2^{\text{доп}}, \dots, Z_T^{\text{доп}}\}$.

Размерность рассматриваемой задачи определяется величиной $N \cdot T$. Учитывая, что, например, на территории Харьковской области находится более 1100 ПОО [2], задача относится к классу задач комбинаторной оптимизации большой размерности.

Предположение 1. В течение периода времени $[t, (t+1)]$ повышение безопасности n -го ПОО может осуществляться не более, чем на один уровень.

Предлагаемый подход к решению задачи основан на ее представлении в виде ряда подзадач с функциями цели и ограничениями более простого вида, соответствующими этапу t выполнения программы. При этом значения компонент вектора u формируются последовательно в соответствии с выполняемыми итерациями.

Таким образом, t -я итерация метода имеет вид:

1. Решение задачи

$$x^* = \arg \max_{x \in D_t} \sum_{n=1}^{N_t} \lambda_n (y_n^t + x_n), \quad (4)$$

где N_t – количество компонент вектора u , удовлетворяющих неравенству $y_n \leq M_{\text{max}}$,

область допустимых решений D_t задается ограничениями

$$\sum_n^{N_t} \{(1-x_n)C_n^{y_n^t}(t) + x_n S_n^{y_n^t}(y_n^{t+1})(t)\} \leq Z_t^{don},$$

$$x_n \in \{0,1\}, y_n^t \leq M_{\max}, n=1,2,\dots,N_t.$$

2. Определение вектора $y_n^{t+1} = y_n^t + x_n$.
3. Если для некоторого индекса n $y_n^{t+1} = M_{\max}$, то $N_{t+1} = N_t - 1$. Этот факт означает, что предприятие n достигло заданного уровня безопасности, поэтому на следующих этапах решения для n -го ПОО учитываются только затраты $C_n^i(t)$.

Отметим, что величина затрат $C_n^i(t)$, $S_n^{ij}(t)$ может быть задана только для первого периода программы обеспечения техногенной безопасности, а затем индексироваться в соответствии с уровнем инфляции.

Функция цели (4), рассматриваемая в контексте конкретного этапа решения, содержит константу $K = \sum_{n=1}^{N_t} \lambda_n y_n^t$ и может быть записана в

более простом виде: $\max_{D_t} \left(\sum_{n=1}^{N_t} \lambda_n x_n + K \right)$.

Задача (4) относится к классу задач булевого программирования. Метод решения задачи основан на применении аддитивного алгоритма Балаша, позволяющего уже на первых шагах решения задачи (4) t -й итерацией найти вектор x_t^* , близкий к глобально-оптимальному.

Литература

1. Бурков В.Н. Экологическая безопасность / В.Н. Бурков, А.В. Щепкин. – М.: ИПУ РАН, 2003. – 92 с.
2. Паспорт ризику виникнення надзвичайних ситуацій Харківської області. – ГУМНС України в Харківській області. – Харків. – 2010. – 132 с.

УДК 551.509.313.41

ПРОГНОЗУВАННЯ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПО ЇХ ЧАСОВИХ РЯДАХ

О.Ю. Герасименко, В.В. Казимир

Чернігівський національний технологічний університет, Україна

Однією з важливих практичних проблем людства була і залишається проблема прогнозу погоди, адже дуже багато сфер діяльності людини залежить від погоди, наприклад, сільське

господарство, авіаперевезення та морські перевезення та інші. Також прогноз погоди важливий у повсякденному житті кожної людини, особливо для метеозалежних людей, а тому дослідження, вдосконалення та розробка нових методів прогнозу метеорологічних параметрів є актуальними і важливими для науки.

Необхідно відмітити, що за останні десятиліття вирішення цього завдання помітно просунулося вперед. Цьому сприяли як розвиток математичних теорій та удосконалення методів дослідження атмосфери, так і використання сучасної комп'ютерної техніки та новітніх інформаційних технологій.

Є ряд методів для отримання прогнозу погоди, до яких належать [4]:

синоптичний метод — оснований на аналізі погодних карт;

чисельні методи — базуються на математичному розв'язанні систем повних рівнянь гідродинаміки та отримання прогностичних значень тиску, температури на певні проміжки часу;

ансамблевий метод — передбачає, що завжди існує невизначеність у відомостях про стан атмосфери. Вона хаотично зростає в часі з надходженням великої кількості нової інформації. Швидкість росту цієї невизначеності важко оцінити, оскільки вона залежить від тривимірної структури атмосферного потоку. Вирішення цієї проблеми полягає у використанні групи прогнозів — ансамблю — з низкою початкових умов, які незначно відрізняються, та/або групи моделей, чисельне прогнозування погоди з різними, але рівноможливими наближеннями. Якщо ансамбль добре побудований, то його прогнози охоплюють весь діапазон можливих результатів [4];

методи нелінійної динаміки;

статистичний метод — передбачає прогнозування погоди на основі деякої статистики, з якої формується часовий ряд і проводиться його реконструкція.

Часовий ряд (ряд динаміки, динамічний ряд, time series) — це сукупність значень випадкового процесу, взятих через рівні проміжки часу. Для прогнозу метеопараметрів часові ряди, як правило, використовують у зв'язку з великою розмірністю задачі прогнозування [4]. Прогноз на основі часових рядів передбачає визначення прогнозного значення змінної на основі минулих і поточних значень цієї ж змінної. Вирішення задачі прогнозування метеопараметрів полягає у побудові за значеннями часових рядів апроксимуючих поліномів, які відображають найбільш точну залежність вихідних значень від інших параметрів. Основним положенням, на якому базується використання часових рядів для прогнозування, є те, що фактори, які впливають на поведінку системи, діяли деяким чином в минулому і теперішньому, і очікується, що вони будуть діяти схожим

чином і в недалекому майбутньому [4]. У [1; 3; 5] розглядається використання часових рядів для прогнозу метеорологічних параметрів.

Отримання прогнозу передбачає наступні етапи:
збір, аналіз та систематизація метеорологічних показників;
побудова моделі числового ряду на основі зібраних даних;
апробація моделі;
оцінка ефективності моделі та отримання прогнозних значень.

Необхідно відмітити, що використання часових рядів для прогнозування метеорологічних параметрів є можливим для короткотермінового прогнозу, а для довготермінових прогнозів необхідно використовувати інші методи. Але використання деяких методів аналізу часових рядів, зокрема "Гусениця"-SSA [2], вимагає значних ресурсів комп'ютера, особливо при великому масиві даних [1, с.1314; 4 с.732]. Таким чином, використання того чи іншого методу прогнозування метеорологічних параметрів по їх часових рядах вимагає детального дослідження в кожному конкретному випадку з врахуванням вимог до якості прогнозу та технологічних можливостей. Критерієм оцінки якості прогнозу є порівняння прогнозних значень з реальними значеннями, для чого доцільно використовувати відносну похибку апроксимації.

Література

1. Агапова Е. Г., Чудин А. О. Построение прогноза температуры поверхности океана с помощью теории временных рядов. // «Ученые заметки ТОГУ» Том 4, № 4, 2013. — с. 1310-1315.
2. Голяндина Н.Э. Метод "Гусеница"-SSA: Анализ временных рядов: Учеб. пособие. — Спб., 2004. — 76с.
3. Носов С.С., Климова Е.А. Прогнозирование метеопараметров по их временным рядам. // Информационные управляющие системы и компьютерный мониторинг — 2010 / Материалы I всеукраинской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. - Донецк, ДонНТУ - 2010, с. 147-150.
4. Щелкалин В.Н. Математические модели и методы, основанные на совместном использовании идей методов "Гусеница"-SSA и Бокса-Дженкинса. // Труды IX Международной конференции "Идентификация систем и задачи управления" SICPRO'12. Москва 30-января - 2 февраля 2012 г. — с. 728-772.
5. Ghil et al.: CLIMATIC TIME SERIES ANALYSIS// Reviews of Geophysics, 40, 1 / Month 2002. — p. 1-1— 1-41.

УДК 675.026

ЕКОЛОГІЧНО-НАПРАВЛЕНА ТЕХНОЛОГІЯ НАПОВНЕННЯ НАТУРАЛЬНОЇ ШКІРИ МІНЕРАЛАМИ ПРИРОДНОГО ПОХОДЖЕННЯ

В.А. Отрошко

Чернігівський національний технологічний університет, Україна

Натуральна шкіра – сировинний матеріал, що користується постійним попитом в багатьох галузях легкої промисловості. Пояснюється це високими експлуатаційними, естетичними, гігієнічними властивостями та показниками надійності.

Сучасне шкіряне виробництво направлене на виготовлення натуральних шкір з необхідним комплексом експлуатаційних та споживних властивостей, забезпечити що можливо шляхом формуванням структури шкіри в результаті її послідовних перетворень у технологічних процесах виробництва під впливом хімічних матеріалів.

Враховуючи складну структуру колагену як основи шкіри, що пов'язано з наявністю численних функціональних груп та особливостями ієрархічної будови з широким діапазоном розмірів структурних елементів, в технологічних процесах використовують велике число хімічних сполук. Оскільки переважна кількість відомих хімічних матеріалів впливають лише на окремі структурні елементи дерми та взаємодіють із певними функціональними групами білка, то традиційні технології передбачають використання багатокомпонентних сумішей, особливо під час післядубильних процесів (рідинного оздоблення). Така особливість викликана необхідністю комплексного впливу на вже фіксовану структуру хромового напівфабрикату. Однак, поетапна зміна хімічних та структурних характеристик білка ускладнює цілеспрямоване формування структури та відповідних властивостей готових шкір. Крім того, використання хімічних матеріалів (як правило, закордонного виробництва) не завжди є повним і раціональним, тому така ситуація економічно та екологічно не вигідна підприємствам галузі [1].

Проблеми, що пов'язані з виробництвом шкіри та її використанням, можна розглядати з двох сторін: з одного боку – це вплив на навколишнє середовище самого шкіряного виробництва; а з іншого боку – вплив виробів зі шкіри, на організм людини, адже в більшості випадків виробу зі шкіри безпосередньо контактують з поверхнею тіла людини.

Негативний вплив шкіряного виробництва на навколишнє середовище був помічений давно, не дарма, наприклад, ще в XVIII столітті було заборонено будувати шкіряні заводи ближче, ніж на 100 верст від Москви. І хоча на початку XX століття, завдяки розробці технології хромового дублення шкір, у галузі відбулася промислова революція. Однак, поряд із зростанням обсягів виробництва шкір, поліпшенням їх якості та значним розширенням асортименту відбувається і значне посилення техногенного впливу на навколишнє середовище, що пов'язано насамперед із споживанням важко

відновлюваних природних ресурсів, скиданням великого обсягу токсичних стічних вод, утворенням хромвмісних відходів, що важко утилізувати [2].

За останні роки проблема відходів шкіряного виробництва стає особливо актуальною в усьому світі. Пояснити це можна такими статистичними даними: 30-50% від маси сировини складають відходи, в яких міститься 50% білкових речовин та багато інших побічних продуктів. Більшу частину відходів не використовують при повторному виробництві, а безпосередньо вивозять на сміттєзвалища. Така форма господарської діяльності людини несе деградацію поверхні землі (трансформацію рельєфу, якості та структури ґрунту), забруднення вод, повітря, погіршення умов життя та здоров'я населення [3].

Найбільший рівень екологічної небезпеки створюють сполуки хрому, які використовуються при дубленні шкір. Аналіз статистичних даних свідчить, що шкіряна промисловість щорічно використовує близько 65 тис. тон сполук хрому. За даними BLMRA (British Leather Manufacturers' Research Association) з цієї кількості лише 20 тис. тон переходить у готові вироби зі шкіри, а решта – відходи. При чому 25 тис. тон зливається з відпрацьованими розчинами [3]. Впливаючи на склад і властивості природних вод, сполуки хрому викликають незворотні зміни в організмах рослин і тварин, а через них впливають на всю біосферу. Токсична дія хрому на людину в усіх випадках призводить до погіршення показників обміну речовин [2].

Зростаючі вимоги до охорони навколишнього середовища сприяють розвитку і впровадженню екологічно-орієнтованих технологій виробництва шкіряного та хутрового. Перспективною екологічно-чистою технологією є розробка і застосування мінеральних дисперсій на основі природних матеріалів з поліфункціональними властивостями [4].

Необмежена кількість в Україні високодисперсних глинистих мінералів, дешевизна та простота їх застосування гарантує найбільш перспективний напрям вирішення технологічних проблем шляхом розробки екобезпечних вітчизняних матеріалів комплексної дії на мінеральній основі з високою ефективністю використання. Це дає можливість розробити технологічні режими їх практичного застосування для модернізації вітчизняних технологій, покращити якість продукції та розширити сировинну базу матеріалів з широким спектром властивостей для формування об'ємної структури шкіри [1, 4]. Застосування мінеральних дисперсій у виробництві шкіри, використовуючи різні технологічні процеси, дозволяє розвивати екологічно-чисті технології, одночасно з метою вирішення проблем

охорони навколишнього середовища і отримання екологічно чистіших шкір.

Використання природних мінералів, як технологічно та екологічно ефективних матеріалів, враховуючи їх здатність до корегування і регулювання процесу формування структури дерми і властивостей готової шкіри - є актуальним. Наповнення шкіри дрібнодисперсними мінералами сприяє вирівнюванню топографічних ділянок по товщині, підвищує вихід шкір по площі за рахунок уникнення склеювання структурних елементів дерми. Зміни в мікроструктурі дерми, в результаті мінерального наповнення, сприяють поліпшенню експлуатаційних та гігієнічних властивостей готової шкіри, зокрема наповнення позитивно впливає на важливий якісний показник шкір – їх здатність до формоутворення та збереження наданої форми, що в подальшому впливає і на формостійкість готового взуття з такої шкіри.

Отже, виробництво шкіри наносить негативний вплив на навколишнє середовище, а вироби зі шкіри можуть негативно впливати на організм людини. Проте екологічну безпеку можна зменшити за рахунок застосування нових екологічно-направлених технологій, зокрема використанням мінералів природного походження на стадії наповнення шкір. Це має позитивний вплив на якість готової шкіри, а також зазначені дисперсії мінералів є екологічно-чистими порівняно з іншими хімічними сполуками, що можуть використовуватись під час формування бажаних експлуатаційних і споживних властивостей натуральних шкір.

Література

1. Мокроусова О.Р. Наукові основи формування структури шкіри модифікованими вискодисперсними мінералами в після дубильних процесах [текст] : дисерт. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук: спец. 05ю18ю08 «Технологія взуття, шкіряних виробів і хутра» / О.Р. Мокроусова [КНУТД]. – К., 2012.
2. Артемов А.В. Производство изделий из кожи: проблемы экологии // Экология и промышленность России. — 2004. — № 2. — С. 32.
3. Абеева Д.Ж., Блиева М.В. Новые направления использования отходов кожевенного производства [Ел. ресурс] / Спосіб доступу: <http://www.scienceforum.ru/2014/665/2873>
4. Kozar O., Mokrousova O. and Woznyak B. Deformation characteristics of leather for shoe upper, filled with natural minerals [Ел. ресурс] / Спосіб доступу: <http://www.davidpublishing.com/davidpublishing/Upfile/1/6/2014/2014010671532729.pdf>

УДК 519.63; 004.75; 536.252

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНВЕКТИВНО-ДИФFUЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ КОНЕЧНОЭЛЕМЕНТНОГО МЕТОДА ПЕТРОВА-ГАЛЕРКИНА

С.В. Сирик

НТУ Украины "Киевский политехнический институт", Украина

В настоящее время метод Петрова-Галеркина (МПГ) в форме метода конечных элементов (МКЭ) [1–6] считается одним из наиболее универсальных и часто используемых методов для построения схем численного решения разнообразных задач математической физики, и, в особенности, задач моделирования процессов конвекции-диффузии-реакции [1–4]. Отметим, что к этому классу процессов относится большинство процессов, рассматриваемых в гидродинамике и магнитной гидродинамике, а также встречающихся в химической промышленности [1].

При использовании МПГ для расчета процессов с доминированием конвективных процессов одним из ключевых вопросов является корректный выбор весовых функций МПГ, который предотвращает появление в численном решении нефизических осцилляций и неустойчивостей, и обеспечивает стабилизацию [1] (т.е. устраняет нефизические осцилляции и неустойчивости) численного решения при сохранении приемлемой точности численного решения. В работе [2] был предложен способ построения весовых функций для задач конвекции-диффузии с одной и двумя пространственными переменными, позволяющий гибко настраивать вид и форму весовой функции в зависимости от величины и направления вектора скорости переноса. Это, в свою очередь, давало возможность гибко влиять на стабилизационные свойства получаемых численных схем и избегать появления в численном решении нефизических осцилляций и неустойчивостей. Впоследствии, использование данных весовых функций и их обобщений показало высокую эффективность при решении различных нестационарных задач (в том числе, и в тех случаях, когда скорость в конвективном слагаемом резко изменяется, как по величине, так и по направлению), а также нелинейных уравнений (в [3, 4] подробно рассмотрены вопросы интегрирования уравнений типа Бюргерса в одно- и двумерном случаях). В ряде важных случаев предложенный способ имел преимущества в плане точности и устойчивости численного решения по сравнению с другими МПГ. В частности, численные примеры, приведенные в [3, 4], свидетельствуют о таком важном отличительном свойстве предложенного способа как сохранение необходимой крутизны и формы фронта возмущений в решениях с наличием тонких слоев (к примеру, переходных или пограничных) без чрезмерного их

"размывания" из-за искусственной диссипации (в том числе, и диффузии поперек потока, из-за которой многие методы, хорошо работающие в одномерном случае, в многомерном оказывались непригодными [1]). Кроме того, предложенный способ не приводит к существенному увеличению вычислительных затрат по сравнению со стандартным конечноэлементным методом Галеркина. Указанные свойства, в особенности, достигаются благодаря использованию предложенной в работе [3] методики адаптивного выбора стабилизирующих коэффициентов в весовых функциях, которая позволяет динамически (в процессе интегрирования по времени) приспособлять весовые функции под эволюционирующее решение, а также использованию приема сосредоточения (mass lumping) [1, 7–10] и соответствующих ему аппроксимаций.

В статье [5] для одномерного случая предложено обобщение весовых функций из [2] (при этом весовые функции и численные аппроксимации статьи [2] являются частными случаями предложенных в [5]), которое, в том числе, позволяет добиться большей точности и устойчивости численных решений (по сравнению с некоторыми другими известными стабилизированными методами), и проведен теоретический анализ численных схем, построенных на основе предлагаемых весовых функций (полудискретных аппроксимаций и семейств разностных схем с весами) — в частности, исследована их локальная аппроксимация, проведен анализ методом Фурье (исследовано поведение решений в виде дискретных гармоник и найдены условия их устойчивости), а также на основе сеточного принципа максимума найдены условия, при которых имеет место равномерная сходимость предложенных семейств разностных схем с весами. Построенные в [5] численные схемы, кроме того, обобщают схемы, получаемые с помощью широко известных стабилизированных методов SUPG и GLS [1], а также стандартного МПГ с кусочно-квадратичными функциями (и способны дать более высокую точность по сравнению со схемами этих методов).

Для стационарного одномерного уравнения конвекции-диффузии в работе [6] получены новые оценки точности МПГ, обобщающие некоторые известные оценки (полученные другими авторами ранее) [1] в соболевской норме и полунорме пространства Соболева H^1 , а также в нормах пространств L_2 и C .

В работе [7] предложен новый подход к исследованию сосредоточения в МПГ, и с его помощью получены численные схемы, которые подавляют негативные эффекты, вызванные применением сосредоточения, а также энергетическими методами исследована среднеквадратическая устойчивость данных схем. В работе [8] проведено сравнение предложенного в [7] подхода к исследованию

сосредоточения и сосредоточенных аппроксимаций с подходом высокоцитируемой работы [9] и показано, что в некоторых случаях оба подхода приводят к одинаковым вычислительным схемам. Приведены примеры, где схемы работ [7, 8] обеспечивают большую точность численного решения по сравнению со схемами, которые получаются путем применения подхода, предлагаемого в [9]. В работе [10] подход работы [7] применен к коррекции численных схем, получаемых с помощью стабилизированных методов SUPG и GLS.

Текущий доклад посвящен обзору и обобщению некоторых результатов, полученных в работах [2–8, 10] автора с коллегами.

Литература

1. Roos H.-G., Stynes M., Tobiska L. Robust numerical methods for singularly perturbed differential equations. — Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2008. — 604 p.
2. Сальников Н.Н., Сирик С.В., Терещенко И.А. О построении конечномерной математической модели процесса конвекции-диффузии с использованием метода Петрова-Галеркина // Проблемы управления и информатики. — 2010. — № 3. — С. 94–109.
3. Сирик С.В., Сальников Н.Н. Численное интегрирование уравнения Бюргера методом Петрова-Галеркина с адаптивными весовыми функциями // Проблемы управления и информатики. — 2012. — № 1. — С. 94–110.
4. Молчанов А.А., Сирик С.В., Сальников Н.Н. Выбор весовых функций в методе Петрова-Галеркина для интегрирования двумерных нелинейных уравнений типа Бюргера // Математические машины и системы. — 2012. — № 2. — С. 136–144.
5. Сирик С.В., Сальников Н.Н., Белошапкин В.К. Выбор весовых функций в методе Петрова-Галеркина для интегрирования линейных одномерных уравнений конвекции-диффузии // Управляющие системы и машины. — 2014. — № 1. — С. 38–47.
6. Сирик С.В. Точность и устойчивость метода Петрова-Галеркина при интегрировании стационарного уравнения конвекции-диффузии // Кибернетика и системный анализ. — 2014. — № 2. — С. 132–143.
7. Сирик С.В. Анализ применения сосредоточенных аппроксимаций в методе конечных элементов при решении задач конвекции-диффузии // Кибернетика и системный анализ. — 2013. — № 5. — С. 152–163.
8. Сирик С.В., Сальников Н.Н. О применении сосредоточения в методе конечных элементов Петрова-Галеркина при решении задач конвекции-диффузии // Доповіді НАН України. — 2014. — № 5. — С. 39–44.
9. Guermont J.-L., Pasquetti R. A correction technique for the dispersive effects of mass lumping for transport problems // Comput. Methods Appl. Mech. Engrg. — 2013. — Vol. 253. — P. 186–198.
10. Молчанов А.А., Сирик С.В., Сальников Н.Н. Особенности применения сосредоточенных аппроксимаций в методе SUPG при решении линейных одномерных задач конвекции-диффузии // Математические машины и системы. — 2013. — № 4. — С. 126–134.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КОНВЕКЦИИ-ДИФФУЗИИ НА ОСНОВЕ КОНЕЧНОЭЛЕМЕНТНОГО МЕТОДА ПЕТРОВА- ГАЛЕРКИНА И НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

И.А. Терещенко

НТУ Украины "Киевский политехнический институт", Украина

За последние четыре десятилетия метод конечных элементов (МКЭ) [1] стал одним из наиболее используемых методов для решения краевых задач математической физики. В нем приближенное решение ищется в виде разложения по множеству финитных базисных функций, а коэффициенты разложения определяются из условия ортогональности невязки совокупности весовых функций. Однако, для задач с превосходящими конвективными процессами, классические подходы могут давать неустойчивые решения [1]. Для устранения этого недостатка предлагается использовать весовые функции, отличающиеся от базисных (в том числе, высокую эффективность показало использование разрывных функций [2]).

В работе [3] на основе метода Петрова-Галеркина предложен способ модификации весовых функций, который позволяет их настраивать в зависимости от входных параметров задачи (в том числе, что важно, позволяет учесть наличие конвективных процессов), что позволяет избежать (частично или полностью) появления в численном решении осцилляций и повысить точность решения. Недостатком подобных подходов является чисто эмпирический подход к выбору параметров весовых функций, настраиваемых на конкретную задачу, и при ее незначительном изменении приходится заново искать способы их построения. Использование стандартных методов конечных разностей для решения сингулярно-возмущенных задач оказалось малоэффективным (или невозможным) из-за низкой точности или неустойчивость дискретных аналогов.

Для одномерного уравнения конвекции-диффузии $\frac{\partial T}{\partial t} + v \frac{\partial T}{\partial x} = k \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$, $x \in [0, L]$, $t \in [0, t_0]$, согласно методу Петрова-Гальоркина, построено конечноэлементную аппроксимацию:

$$\sum_{i=0}^n \dot{a}_i(t) \int_0^L N_i(x) W_j(x) dx = -v \sum_{i=0}^n a_i(t) \int_0^L \dot{N}_i(x) W_j(x) dx - k \sum_{i=0}^n a_i(t) \int_0^L \dot{N}_i(x) \dot{W}_j(x) dx, \text{ где}$$

слабое решение данного уравнения ищется в виде $T(t, x) = \sum_{i=0}^n a_i(t) N_i(x)$.

$N_i(x)$ – линейная базисная функция, что имеет компактный носитель

на области своего определения, а $W_i(x)$ – весовая функция метода SUPG [3].

Для решения данного уравнения было выбрано несколько подходов, с последующим их сравнением и выбором оптимального по точности и скорости вычислительного процесса. Одним из вариантов было построено нейронную сеть [4], в которой функций активации нейронов отвечают базисным функциям МКЭ, а весовые коэффициенты – коэффициентам разложения. Результаты были сравнены с аналитическим решением и свидетельствуют про высокую точность данного подхода. Однако, такой подход теряет свои преимущества над классическими методами в задачах большой размерности. Более того, длительность процесса обучения нейронной сети и самого хода решения оказалась неприемлемыми по сравнению с классическими методами.

Для устранения этого недостатка было построено нейронную сеть, в которой функции активации отвечают параметрам a_i весовых функций $W_i(x) = N_i(x) + \lambda_i \frac{dN_i(x)}{dx}$, а весовые коэффициенты значениям функции $T(t, x)$ в точках дискретизации. Такой подход позволил динамически адаптировать весовые функции при интегрировании, тем самым показав высокую эффективность для задач с преобладающей конвекцией, когда вектор скорости конвекции изменяется в ходе решения задачи. Для классификации поведения эволюций решения, что в свою очередь определяет параметры весовых функций, было рассмотрено несколько вариантов нейронных сетей: многослойный персептрон, сеть радиальной базисной функции, сети АРТ, сети Хопфилда, самоорганизующееся отображение Кохонена [4]. В качестве наиболее подходящего для этой цели, принимая во внимание точность и скорость моделирования, было выбрано неоконитрон [4], входной слой которого определяется на множестве $\{a_i(t)\}$. В процессе интегрирования на основе значений полученных коэффициентов разложения искомого решения делался вывод о характере поведения функции, также, принимая во внимание текущее значение параметров весовых функций, вычислялись новые значения построочных параметров λ_i . В качестве дальнейшей модификации, входной слой неоконитрона определяется не на всём множестве $\{a_i(t)\}$, а только на подмножестве соседних узлов. Такое изменение структуры сети позволило многократно повысить скорость вычисления, не уменьшая точность и сократить время обучения нейронной сети.

Данный подход не приводит к существенному увеличению вычислительных затрат по сравнению с рассмотренными вариантами

вычисления параметров весов [5,6], и в ряде случаев демонстрирует более высокую скорость, удовлетворяя требуемой точности.

Литература

1. O.C. Zienkiewicz, R.L. Taylor. The Finite Element Method. Fifth edition. Volume 3: Fluid Dynamics.– Butterworth-Heinemann, Oxford, 2000. – 795 с.
2. Brooks A. N. Streamline upwind Petrov-Galerkin formulations for convection dominated flows with particular emphasis on the incompressible Navier-Stokes equations/ Brooks, A. N.; Hughes, T. J. R. Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, vol. 32, Sept. 1982, p. 199-259.
3. Сальников Н.Н., Сирик С.В., Терещенко И.А. О построении конечномерной математической модели процесса конвекции-диффузии с использованием метода Петрова-Галеркина // Проблемы управления и информатики. — 2010. — № 3. — С. 94–109.
4. H. Lee and I. Kang. Neural algorithms for solving differential equations // Journal of Computational Physics. - 1990. - V.91. - P.110-117.
5. Harari I. Streamline design of stability parameters for advection-diffusion problems / I. Harari, L.P. Franca, S.P. Oliveira // Journal of Computational Physics. – 2001. – N 171 (1). – P. 115 – 131.
6. Hughes T.J.R. A new finite element formulation for computational fluid dynamics: II. Beyond SUPG / T.J.R. Hughes, M. Mallet, A. Mizukami // Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering. – 1986. – Vol. 54. – P. 341 – 355.

СЕКЦІЯ 2
СУЧАСНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОГО ТА
ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ
У ВИРОБНИЦТВІ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В КОМПЛЕКСЕ ЗАДАЧ ПО РАБОТЕ С ИНТЕРНЕТ- АУКЦИОНАМИ

А.Б.Каленник

НТУ Украины "Киевский политехнический институт", Украина

Рассмотрена наиболее распространенная и востребованная задача Data Mining[1]. В этом докладе мы подробно остановимся на задачах прогнозирования и визуализации.

Задачи прогнозирования решаются в самых разнообразных областях человеческой деятельности, таких как наука, экономика, производство и множество других сфер. Прогнозирование является важным элементом организации управления, как отдельными хозяйствующими субъектами, так и экономики в целом.

Развитие методов прогнозирования непосредственно связано с развитием информационных технологий, в частности, с ростом объемов хранимых данных и усложнением методов и алгоритмов прогнозирования, реализованных в инструментах Data Mining.

Задача прогнозирования, пожалуй, может считаться одной из наиболее сложных задач Data Mining, она требует тщательного исследования исходного набора данных и методов, подходящих для анализа.

Прогнозирование направлено на определение тенденций динамики конкретного объекта или события на основе ретроспективных данных, т.е. анализа его состояния в прошлом и настоящем. Таким образом, решение задачи прогнозирования требует некоторой обучающей выборки данных.

Прогнозирование является распространенной и востребованной задачей во многих областях человеческой деятельности. В результате прогнозирования уменьшается риск принятия неверных, необоснованных или субъективных решений.

Обычно в этой области решаются следующие практические задачи: прогноз продаж товаров (например, с целью определения нормы товарного запаса);

прогнозирование продаж товаров, оказывающих влияние друг на друга;

прогноза продаж в зависимости от внешних факторов.

Для решения задач с прогнозирования можно использовать Метод Naive Bayes. Применение данного метода позволяет осуществлять прогнозирование по заданным критериям. Данный метод можно применить в комплексе задач по работе с Интернет-аукционами, где

можно прогнозировать нужный баланс для осуществления ряда функций самой системы.

Нередко для классификации необходимо рассмотреть несколько независимых переменных. Такую классификацию позволяет выполнять алгоритм Naive Bayes, использующий формулу Байеса для расчета вероятности. Название naïve (наивный) происходит от наивного предположения, что все рассматриваемые переменные независимы друг от друга. На самом деле это не всегда так, но на практике все же данный алгоритм находит применение.

Вероятность того, что некоторый объект i_j относится к классу c_r (то есть $y = c_r$). Обозначим как $P(y = c_r)$. Событие, соответствующее равенства независимых переменных определенным значением, обозначим как E, а вероятность его наступления P(E). Идея алгоритма заключается в расчете условной вероятности принадлежности объекта к C_r , при равенстве его независимых переменных определенным значением. По теории вероятности известно, что ее можно вычислить по формуле:

$$P(y = c_r | E) = P(E | y = c_r) * P(y = c_r / P(E)) \quad (1)$$

Иными словами, формируются правила, в условных частях которых сравниваются все независимые переменные с соответствующими возможными значениями. В заключительной части присутствуют все возможные значения зависимой переменной:

$$\text{Если } x_1 = C_h^1 \text{ и } x_2 = C_h^2 \text{ и } x_m = C_h^m \text{ то } y = c_r \quad (2)$$

Для каждого из этих правил по формуле Байеса определяется его вероятность. Предполагая, что независимые переменные принимают значения независимо друг от друга, выразим вероятность $P(E | y = c_r)$ через произведение вероятностей для каждой независимой переменной:

$$P(E | y = c_r) = P(x_1 = C_p^1 | y = c_r) * P(x_2 = C_d^2 | y = c_r) * \dots * P(x_m = C_h^m | y = c_r) \quad (3)$$

Тогда вероятность для всего правила можно определить по формуле:

$$P(E | y = c_r) = P(x_1 = C_p^1 | y = c_r) * P(x_2 = C_d^2 | y = c_r) * \dots * P(x_m = C_h^m | y = c_r) * P(y = c_r) / P(E) \quad (4)$$

Вероятность принадлежности объекта к классу c_r при условии равенства его переменной x_h некоторому значению C_d^h определяется по формуле:

$$P(x_h = C_d^h | y = c_r) = P(x_h = C_d^h \text{ и } y = c_r) / P(E) \quad (5)$$

т.е. равна отношению количества объектов в обучающей выборке, в которых $x_h = C_d^h$ и $y = c_r$ количеству объектов, относящихся к классу C_r .

При использовании формулы Байеса для оценки достоверности правила возникает проблема, связанная с тем, что в обучающей выборке может не быть ни одного объекта, что имеет значение C_d^h переменной x_h и, относящийся к классу C_r . В этом случае соответствующая вероятность будет равна 0, а следовательно, и вероятность такого правила равна 0. Чтобы избежать этого, в каждой вероятности добавляется некоторое значение, отличное от нуля. Такая методика называется оценочной функцией Лапласа.

Одним из действительных преимуществ данного метода является то, что пропущенные значения не создают никаких проблем. При подсчете вероятности они просто пропускаются для всех правил, и это не влияет на соотношение вероятностей.

Числовые значения независимых переменных обычно обрабатываются с учетом того, что они имеют нормальное или Гауссово распределение вероятностей. Для них определяется математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение.

В данном случае под математическим ожиданием понимается просто среднее число значений, то есть сумма, разделенная на число объектов. Среднее квадратическое отклонение - это квадратный корень из типовой дисперсии.

Функция плотности вероятности для нормального распределения со средним μ и среднее квадратическим отклонением σ :

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (6)$$

Функция плотности вероятности для объекта тесно связана с его вероятностью, однако, это не совсем то же самое. Содержанию функции плотности $f(x)$ - вероятность того, что количество значений зависимой переменной в пределах небольшой области вокруг x (например, между $x - \frac{\epsilon}{2}$ и $x + \frac{\epsilon}{2}$) равна $f(x)$.

Данный метод можно использовать и внедрить в программу по работе с интернет коммерцией для прогнозирования определенных растрат и доходов.

Литература

1. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика, — М.: Высшее образование. 2005.

2. Text classification and NaiveBayes [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://nlp.stanford.edu/IR-book/html/htmledition/naive-bayes-text-classification-1.html>.

3. Чубукова И.А. Data Mining [Электронный ресурс] - http://lnfm1.sai.msu.ru/~rastor/Books/Chubukova-Data_Mining.pdf, с 64-67.

УДК 519.253

ИЗМЕРЕНИЕ БЫСТРОЙ РЕАКЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ НА ТЕЛЕВИЗИОННУЮ РЕКЛАМУ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА. СООБЩЕНИЕ 1. ОПИСАНИЕ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ

Н. А. Цейтлин, А. Н. Горбач
Фирма CuVe Matrix, г. Гамбург, ФРГ

Разработаны два метода измерения индикатора быстрой реакции пользователей интернет-магазина на телевизионную рекламу - метод «аппроксимации формулой Вейбулла» и метод «кусочно-линейной аппроксимации». В отличие от принятого метода «прямого измерения», погрешности измерения этими методами адекватны вариациям шумового фона.

The authors developed two measurement methods: "Weibull formula approximation" and "piecewise linear approximation". Unlike the established "direct measurement" method, the errors associated with these methods are adequate to the background noise variations.

Принятые аббревиатуры, определения, термины и обозначения. ИМ – интернет-магазин; ТВК – телевизионный канал; ТР – телевизионная реклама;

Визит – уникальное посещение пользователем ИМ в момент x_j – временной штамп визита; $x_j \in (0, \dots, 86400)$ с; $j \in (1, 2, \dots, N)$; N – количество визитов (обычно N кратно миллиону; $N \gg 1$);

МОР – момент окончания рекламы – момент t_i времени суток окончания i -той ТР в блоке ТР на ТВК; $t_i \in (0, \dots, 86400)$ с; $i \in (1, 2, \dots, K)$; K – количество МОР за сутки (86400 с = 24 ч); ряды $\{x_j\}$ и $\{t_i\}$ хранятся на сервере ИМ.

КФЧ - кумулятивная функция частот визитов в течение суток;

Γ_i -кривая – интегральная характеристика быстрой реакции посетителей ИМ на i -тую ТР после МОР t_i . Γ_i -кривая описывает резкое возрастание количества визитов, начинающееся в МОР t_i , следующий после i -той ТР, и снижение этого количества до фонового уровня за время T_{ai} .

Λ_i -кривая – дифференциальная характеристика реакции посетителей ИМ на i -тую ТР; Λ_i -кривая определяется как первая производная от Γ_i -кривой.

T_{ai} - период времени, в течение которого наблюдаются Γ_i - и L_i -кривые; вероятность превышения величины T_{ai} меньше заданной α (примем $\alpha = 0,05$);

T_α – максимальное значение распределения периодов времени T_{ai} , вероятность превышения которого меньше заданной α (примем $\alpha = 0,01$).

ИБР – индикатор быстрой реакции пользователей на i -тую ТР ИМ, начинающейся с МОР t_i - разность N_i между количеством N_{di} визитов пользователей в ИМ за короткий период времени T_{ai} до МОР t_i и тем количеством N_{pi} визитов, которые могли бы произойти в тот же период времени T_{ai} после МОР t_i , если бы i -тая ТР отсутствовала: $N_i = N_{pi} - N_{di}$.

ПИ – принятый метод прямого измерения значений ИБР [1].

Разрабатываемые методы косвенного измерения ИБР: АФВ - аппроксимации формулой Вейбулла; АФВПК аппроксимации формулой Вейбулла с постоянными коэффициентами (частный случай АФВ); КЛА - кусочно-линейной аппроксимации.

ЭФР - эмпирическая функция распределения случайной величины.

Рассматривается поток однотипных событий, интенсивность которого обусловлена суммарным воздействием ряда медленно изменяющихся слабо влияющих факторов, а также - одним периодически возникающим сильно влияющим фактором, вызывающим импульсивное возрастание интенсивности потока.

К подобным явлениям относится быстрая реакция пользователей на ТР ИМ.

Исходные данные для измерений ИБР представляют собой результаты наблюдения в течение многих суток рядов $\{x_j\}$, которые визуализируют с помощью Л-кривых [1]. Л-кривые определяется как первые производные от Г-кривых: $F'(t) \approx \Delta F(t)/\Delta t$ (c^{-1}). Выбирая различные значения приращений Δt (c) для численного определения производной Л-кривых на одной КФЧ распределения визитов могут быть построены Л-кривые различного вида. Это связано с отсутствием формального основания для разбиения времени суток на интервалы Δt , необходимые для численного определения производной. График первой производной КФЧ, совмещённый с МОР даёт наглядное представление о резких всплесках (Л-кривых) интенсивности визитов после МОР. Поскольку первые производные КФЧ строятся численным методом, то: чем меньше значение Δt , тем произвольнее скачки производной $F'(t)$; чем больше Δt , тем нагляднее представляются изучаемые всплески, но и тем больше «растягиваются» Л-кривые. Этих недостатков лишена КФЧ, вид которой (рис.) не зависит от деления времени суток на интервалы Δt . Максимальное значение КФЧ $F(t)$ (при $t = 1440$ мин) равно количеству N визитов, накопленных за сутки. Таким образом, Л-кривые приемлемы для наглядного

представления о резком всплеске интенсивности визитов после МОР [1], а для количественного описания всплесков необходимо использовать Γ_i -кривые на КФЧ $F(t)$.

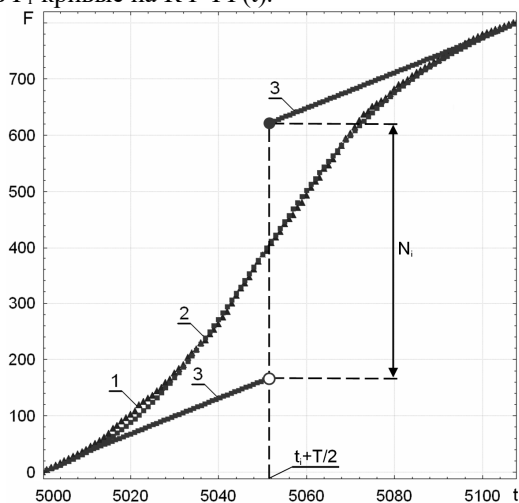


Рис. 1. Аппроксимация Γ_i -кривой:

t – время суток, с; F – накопленное количество визитов после МОР $t_i = 5000$ с; 1 – наблюдаемая Γ_i -кривая; 2 – аппроксимация Вейбулла (2) и (3); 3 – кусочно-линейная аппроксимация (5); N_i – ИБР

Представим КФЧ в виде кусочно-постоянного сплайна [2, с. 215]:

$$F_N(t) = \sum_{j=1}^N I_{01}(x_j, t); I_{01}(x_j, t) = 0 \text{ при } t < x_j \text{ и } I_{01}(x_j, t) = 1 \text{ при } t \geq x_j; x_j \leq x_{j+1}, \quad (1)$$

где $I_{01}(x_j, t)$ – единичная ступенчатая функция; $x_j, t_i \in (0, \dots, 86400)$ с. Очевидно, что $F_N(t) = 0$ при $t < x_1$ и $F_N(t) = N$ при $t \geq x_N$.

Допускаем, что пока ТР нет, КФЧ растёт плавно до некоторого МОР t_i i -той ТР (на рис. $t_i = 5000$ с). Затем возникает Γ_i -кривая, и к моменту t^*_i ($t^*_i = 5120$ с) КФЧ продолжает вновь «спокойно» расти до следующего $i + 1$ -го МОР t_{i+1} . Γ_i -кривую на интервале от МОР t^*_{i-1} Γ_{i-1} -кривой до МОР t_{i+1} Γ_{i+1} -кривой можно аппроксимировать функцией, проходящей через точку (F_i, t_i) в виде суммы прямой $F_i + b_i(t - t_i)$ и Γ_i -образной функции $N_i S(t, t_i)$:

$$F_N(t, t_i) = F_i + b_i(t - t_i) + N_i S(t, t_i); t \in (t^*_{i-1}, t_{i+1}); i \in (2, \dots, K-1); b_i > 0; |N_i| < \infty, \quad (2)$$

где b_i, N_i – интерпретируемые эмпирические коэффициенты. Неубывающая функция $F_i + b_i(t - t_i)$ ($b_i \geq 0$) используется для аппроксимации i -того фрагмента (2) КФЧ (1) в допущении о том, что, якобы, не было Γ_i -кривой на участке T_{ai} в промежутке от t^*_{i-1} до t_{i+1} .

Метод аппроксимации формулой Вейбулла [4] основан на выражении

$$S(t, t_i) = 0, \text{ если } t < t_i \text{ и } S(t, t_i) = 1 - \exp\{-[(t - t_i)/q_i]^{c_i}\}, \text{ если } t \geq t_i; q_i > 0; c_i > 0, (3)$$

где t_i , q_i и c_i - параметры положения, масштаба и формы, соответственно. Параметры t_i известны, а q_i , c_i , b_i и N_i определяют методом нелинейного оценивания [2] по значениям точек $\{(x_j, F_j)\}$, на области действия $t \in (t_{i-1}^*, t_{i+1})$ с ограничениями $10 < q_i < 170$; $1,2 \leq c_i < 6$.

Согласно формуле (3): $1 - 0,05 = 1 - \exp\{-[(T_{0,05i})/q_i]^{c_i}\}$, откуда период времени $T_{0,05i} \approx q_i^{1/c_i}$.

Вместо долгой итерационной процедуры нелинейного оценивания параметров функций (2) и (3), можно воспользоваться быстрыми процедурами линейного оценивания двумя методами.

Один метод - АФВПК заключается в замене оценок параметров масштаба q_i и формы c_i в функции $S(t, t_i)$ Вейбулла (3) их медианными значениями, «типичными» для данного класса Г-кривых. Для этого из большого массива исходных данных получают малую выборку, вычисляют оценки q_i , c_i и их медианные значения ($Me\{q_i\}$ и $Me\{c_i\}$) подставляют в функцию Вейбулла (3).

Метод КЛА заключается во введении в формулу (2) ступенчатой функции

$$S(t, t_i) = I_{01}(t, t_i + T_{ai}/2) = 0 \text{ при } t < t_i + T_{ai}/2 \text{ и } I_{01}(t, t_i + T_{ai}/2) = 1 \text{ при } t > t_i + T_{ai}/2. (4)$$

Заменяя значения T_{ai} величиной T_α , определяемой по малой выборке, как и в методе АФВПК, получим линейную относительно параметров b_i и N_i функцию

$$F_N(t, t_i) = F_i + b_i(t - t_i) + N_i I_{01}(t, t_i + T_\alpha/2); t \in (t_{i-1}^*, t_{i+1}); i \in (2, \dots, K-1). (5)$$

Кусочно-линейная функция (5) имеет разрыв непрерывности первого рода, равный ИБР N_i (см. рис.), на временном диапазоне в $3T_\alpha$: T_α секунд – до МОР t_i и $2T_\alpha$ секунд – после МОР t_i .

Выводы

1. В качестве меры быстрой реакции пользователей на телевизионную рекламу предложено использовать индикатор быстрой реакции.

2. В дополнение к используемому методу прямого измерения индикатора быстрой реакции пользователей разработаны методы косвенного измерения - метод «аппроксимации формулой Вейбулла» и метод «кусочно-линейной аппроксимации».

Литература

1. Liaukonyte, Jura and Teixeira, Thales and Wilbur, Kenneth C., How TV Ads Influence Online Shopping (April 6, 2014). Available at SSRN: 2421408.
2. Цейтлин Н. А. Из опыта аналитического статистика.- М.: Солар, 2007.- 906 с.
3. Weibull, W. (1951), "A statistical distribution function of wide applicability", J. Appl. Mech.-Trans. ASME 18 (3): 293–297.

УДК 519.253

ИЗМЕРЕНИЕ БЫСТРОЙ РЕАКЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ НА ТЕЛЕВИЗИОННУЮ РЕКЛАМУ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА СООБЩЕНИЕ 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТИ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ

Н. А. Цейтлин, А. Н. Горбач
Фирма CuVe Matrix, г. Гамбург, ФРГ

С помощью процедур имитационного моделирования оценены компоненты погрешностей трёх методов измерения индикатора быстрой реакции пользователей интернет-магазина на телевизионную рекламу.

The article presents an estimation of error components of three methods that measure the indicator of online store users' reaction to TV advertising. Simulation modeling procedures were employed.

Список аббревиатур и обозначений: СО – стандартное отклонение (s); СО СКПИ – СО случайной компоненты погрешности измерения (см., также, в предыдущем сообщении [1]).

Чтобы оценить систематический и случайный компоненты погрешности измерения какого-то параметра физического свойства, необходимо знать его точное значение. Точное значение реальной величины ИБР получить невозможно. Придётся воспользоваться методом имитационного моделирования. Рассмотрим «идеальный» случай отсутствия шума. Оценим ИБР после имитированной реакции на ТР на имитированном фоне. Примем в качестве имитированного фона $F_{\phi}(t, t_i)$ стабильную КФЧ (фрагмент которой см. на рис. в работе [1]), аппроксимируемую прямой, проходящей через точку $(t_i, 0)$: $F_{\phi}(t, t_i) = 3(t - t_i)$; $i = 0$. Построим ЭФР ИБР (табл. 1).

Таблица 1. ЭФР ИБР для ТР одежды (объём выборки - 1776 G_i -кривых)*

Процентили и квантили (верхняя и нижняя строки, соответственно)																
1	2	4	5	10	25	30	40	50	60	70	75	90	95	96	98	99
-233	-169	-111	-104	-66	-7	7	32	57	84	114	131	227	324	347	461	581

*Среднее: 74 визита; медиана: 57 визитов; СО: 155 визитов.

На имитированный фон после МОР $t_i = 5000$ с наложим $N_i = 480$ визитов, распределённых по нормальному закону, имитируемому

методом Монте-Карло, так. Сначала генерируем равномерно распределенные на интервале (0; 1) числа p_j [3, с. 224], затем с помощью формулы Сливняка [3, с. 87] для обратной функции нормального распределения

$$z_j = 1,94 \{-\lg[4p_j(1 - p_j)]\}^{0,5} U(p_j); U(p_j) = (0,5 - p_j)/|0,5 - p_j|; j = 1, \dots, N_i; p_j \neq 0,5, \quad (1)$$

где $U(p_j)$ - знаковая функция, вычислим элементы x_j , «нормальной» выборки, $x_j = (t_{ci} + t_i) + \sigma_{ci} z_j$, где $t_{ci} + t_i$ и σ_{ci} - центр и СО i -той Γ_i -кривой, соответственно. Зададим $t_{ci} = 60$ с и $\sigma_{ci} = 20$ с. Складывая значения x_j с фоновыми значениями $F_\Phi(t, x_j)$, получаем фрагмент КФЧ (см. рис. [1]). Теперь «забудем» об имитации КФЧ и измерим значения величины ИБР N_i .

Метод АФВ. Итерационным методом нелинейного оценивания получили

$F_N(t, 5000) = 3(t - 5000) + 478(1 - \exp\{-(t - 5000)/57,35\}^{3,28})$, т.е. $N_i = 478$ визитов. Графики этой и имитированной Γ_i -кривых практически совпадают (см. рис. [1]). Период времени продолжительности Γ_i -кривой $T_{0,05i} \approx q_i 3^{1/c_i} = 57,35 \times 3^{1/3,28} = 80$ с.

Метод КЛА. Методом линейного оценивания получили коэффициенты формулы (5) [1]:

$$F_N(t, 5000) = 3(t - 5000) + 478I_{01}(t, 5000 + 120) \text{ (см. КЛА на рис. [1])}.$$

Кроме изучаемой ТР, в информационном пространстве происходят другие рекламные мероприятия по радио, в печати и др., образующие шумы - фоновый уровень $F_\Phi(t)$ КФЧ.

Это позволяет представлять КФЧ в виде суммы фонового уровня $F_\Phi(t)$ и «наложенных» на него Γ_i -кривых. В исследовании приняты два вида ТР двух ИМ: ТР одежды от одного ИМ и ТР электроники от другого ИМ. В качестве реального фона $F_\Phi(t)$ для имитации выбрали фрагменты КФЧ, свободные от реальных МОР t_i (табл. 2). На этом фоне имитировали МОР t_k и параметры Γ_k -кривых. Затем оценивали эти параметры разными методами, сравнивая их по величине компонент погрешностей. Поскольку реальные Γ_i -кривые, следующие за реальными рекламными импульсами (см. столбец «Реал. t_i » в табл. 2), продолжались не дольше $T_\alpha = 300$ с, то в промежутки времени между МОР $t_i + 300$ с и МОР $t_{i+1} - 300$ с были вставлены имитируемые рекламные импульсы t_k (см. столбец «Им. t_k » в табл. 2) и следующие за ними Γ_k -кривые, имитируемые с помощью обратной функции нормального распределения (1). Задали $N_k = 600$ визитов, $t_{ck} = 60$ с и $\sigma_{ck} = 20$ с. Складывая имитированные значения x_j с реальными фоновыми значениями $F_\Phi(t, x_j)$, получили имитированные Γ_k -кривые, «наложенные» на реальный фон. Далее опять «забыли» о механизме имитации КФЧ и измеряли значения ИБР N_k . Статистическую

обработку результатов имитационного моделирования выполнили в следующей последовательности (табл. 3). Абсолютные значения погрешности $\Delta N_k = 600 - N_k$ использовали для расчёта устойчивых статистических оценок компонентов погрешности измерения – систематической (медианы $M\Delta N$) и медианного СО СКПИ $S\Delta N$ [4]:

$$M\Delta N = Me\{\Delta N_k\}; \quad k = 1, 2, \dots, 15; \quad (2)$$

$$S\Delta N = 1,482Me\{|\Delta N_k - M\Delta N|\}, \quad (3)$$

где $Me\{\bullet\}$ – оператор «медиана». Гипотезы об отсутствии систематических компонент погрешности по критериям Стьюдента [3, с. 96] не отклоняли.

Таблица 2. Результаты измерения методом АФВ значений ИБР потребителей на имитированную ТР в имитированные МОР t_k на реальном шумовом фоне.

i, k	ТВ-канал	МОР, ч		$t_k/100$	$F_{\Phi}(t_k)$	Параметры формул (2) и (3) [1]					Погрешности**		
		Реал. t_i	Им. t_k			$T_{ок}$	N_k	q_k	c_k	b_k	ΔN_k	δN_k	$ \delta N_k $
1	S1	08:30:47	08:45	27	14778	119	582	69,5	2,57	6,05	18	34	34
...
15	K1	22:56:12	22:45	531	587106	112	604	68,7	2,82	8,22	-4	12	12

*Имитированные МОР t_k (с) отсчитаны от времени суток $t = 8$ ч; ** $\delta N_k = \Delta N_k - M$.

Таблица 3. Погрешности методов измерения значений ИБР

Метод измерения		Компоненты погрешности измерения*							
		ТР одежды				ТР электроники			
		фон		им. сигн.**		фон		им. сигн.**	
		$M\Delta N$	$S\Delta N$	$M\Delta N$	$S\Delta N$	$M\Delta N$	$S\Delta N$	$M\Delta N$	$S\Delta N$
АФВ		10	87	-12	57	21	111	4	53
АФВПК ($q \approx 72$ и $c \approx 2,7$)		10	87	-27	38	21	111	-31	42
Точки К/Л/А	с обеих сторон от МОР t_i	-1	91	4	90	-107	214	110	214
	слева от МОР t_i	-11	88	13	92	-74	137	77	140
	справа от МОР t_i	-26	230	27	237	-13	135	14	139
ПШ по формуле (9) [1]		-5	123	7	132	-104	191	106	197

* $M\Delta N$ - систематическая компонента; $S\Delta N$ - СО СКПИ; метод **АФВПК**: $q = Me\{q_i\} \approx 72$ и $c = Me\{c_i\} \approx 2,7$ определены по значениям q_i и c_i из табл. 2; **имитированный сигнал.

Если после имитируемых МОР t_k (см. табл. 2) не добавлять имитируемые ИБР, то их количество $N_k = 0$. Тестируемый метод измерения ИБР даст некоторые значения, отличные от $N_k = 0$. Обобщение этих значений в форме оценок систематической и СО СКПИ являются характеристиками влияния флуктуаций реального фона на погрешность метода измерения значений ИБР. Выполнив действия для измерения нулевых значения величины ИБР, описанные выше, получили характеристики погрешности измерения фона (см. столбцы «фон» в табл. 3).

Распределения ИБР характеризуются такими оценками: $M\Delta N = 73$; $S\Delta N = 72$ (ТР одежды) и $M\Delta N = 548$; $S\Delta N = 390$ (ТР электроники).

Исследование оценок компонент погрешности измерения значений ИБР в реальной обстановке на имитированных данных показало, что оценки СО СКПИ значений ИБР методами АФВ и АФВПК оказалась значимо меньше оценки СО СКПИ погрешностей остальных методов.

Выводы

1. Разработанные методы косвенного измерения индикатора быстрой реакции пользователей на телевизионную рекламу интернет-магазина - метод «аппроксимации формулой Вейбулла» и «кусочно-линейной аппроксимации» адекватны шумовому фону.

2. Оценки систематических компонент погрешности всех методов измерения отличаются от нуля незначимо.

Литература

1. Цейтлин Н. А., Горбач А. Н. Измерение быстрой реакции потребителей на телевизионную рекламу интернет-магазина. Сообщение 1. Описание методов измерения. – Настоящий сб. - с. ... -
2. Liaukonyte, Jura and Teixeira, Thales and Wilbur, Kenneth C., How TV Ads Influence Online Shopping (April 6, 2014). Available at SSRN: 2421408.
3. Цейтлин Н. А. Из опыта аналитического статистика.- М.: Солар, 2007.- 906 с.
4. Дубровский С. А. Прикладной статистический анализ. - М.: ФС, 1982. - 216 с.

УДК 004.94, 330.322

МОДЕЛЮВАННЯ РИЗИКІВ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ОСНОВІ ВЕЙВЛЕТ-АПАРАТУ

Ю.Я. Томка, Ю.Г. Добровольський, О.М. Яцько, Ю.А. Зав'ялець
Буковинський державний фінансово-економічний університет, Україна

Необхідною умовою стабільного функціонування і розвитку економіки є ефективна інвестиційна політика. Аналізуючи ефективність різноманітних інвестиційних проєктів, часто доводиться стикатися з тим, що розглянуті при їх оцінці потоки грошових коштів належать до майбутніх періодів часу і носять суто прогнозований характер майбутніх результатів і характеризуються високим ступенем невизначеності [1].

Загалом, сам процес управління ризиками в ході реалізації інвестиційних проєктів можна розбити на чотири етапи, два перших з яких є якісним аналізом ризиків, а два останніх – кількісним аналізом (рис. 1).



Рис. 1. Модель зниження ризику інвестиційної діяльності

Саме третій крок формує завдання вибору методу прогнозування економічних показників, які є фактором невизначеності і обумовлюють ризикову компоненту управління інвестиційною діяльністю.

Довільний економічний показнику, який представляється часовими рядами, як правило, є композицією декількох складових [1]: тривалої часової компоненти – тренду, гармонічної складової, випадкової компоненти – шуму, що зумовлюється дією стохастичних факторів. Незважаючи на те, що шум володіє власною інформаційної цінністю, в ряді завдань його наявність є ускладнюючим і небажаним моментом..

На рис. 2 наведено три комп'ютерно змодельовані складові часового ряду $F(x)$ (г): тренд $f_1(x)$ (а), циклічне коливання $f_2(x)$ (б), шум $f_3(x)$ (в), змодельовані у програмному середовищі MATLAB R2013b.

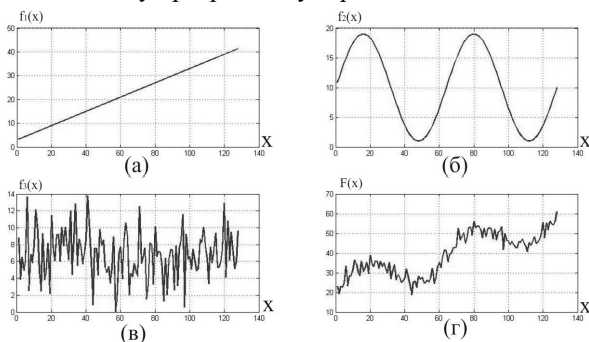


Рис. 2. Декомпозиція часового ряду (г) на три складові: тренд (а), циклічні коливання (б), шум (в)

Загалом, довільний бізнес-процес можна розглядати як з точки зору розвитку процесу в часі (часова область), так і з точки зору характерного масштабу частот компонентів основних діючих економічних сил (частотна область). Оскільки дві точки зору відповідають одному й тому ж процесу, то коректно говорити про закономірності поведінки процесу в масштабно-частотній або частотно-часовій області. А, отже, до такого роду бізнес-інформації можна застосувати вейвлет-перетворення, що дозволить здійснити розклад частотного спектру за часом і виявити моменти, коли виникають і зникають різні цикли в динаміці, провести декомпозицію часового ряду на рівні і визначити деталі динаміки кожного рівня, виявити частотні особливості часового ряду.

Довільне вейвлет-перетворення будується на основі базисної функції $\Psi(x)$ (вейвлет-функції), що має солітоноподобний характер та має скінченну основу як у координатному просторі, так і частотному.

Всі базові функції представляються як масштабована та зміщена функція-прототип:

$$f(x) = \sum_{a,b=-\infty}^{\infty} C_{ab} \Psi_{ab}(x), \quad (1)$$

де $\Psi_{ab}(x) = \Psi(ax-b)$ – базова функція, утворена з функції-прототипу зміщенням b та масштабуванням – a , а коефіцієнти такого розкладу визначаються у відповідності: $C_{ab} = \int f(x) \Psi_{ab}(x) dx$ [2]. Результат вейвлет-перетворення одновимірного ряду є двовірний масив ампліуд вейвлет-перетворення (a, b) – (просторовий масштаб, просторова координата – локалізація), що несуть інформацію про еволюцію відносного вкладу компонент різного масштабу в координатний розподіл – спектр коефіцієнтів вейвлет-перетворення.

У загальному вигляді метод прогнозування із використанням вейвлет-перетворення полягає в наступному:

1. здійснюється вейвлет-перетворення висхідного часового ряду, внаслідок чого отримується набір вейвлет-коефіцієнтів (вейвлет-спектр) в широкому діапазоні масштабів;
2. компоненти вейвлет-спектру кожного масштабу екстраполюються в майбутній період часу, з врахуванням того, що для кожного з масштабів вейвлет-спектру застосовується відповідний метод екстраполяції. Для великомасштабних (низькочастотних) компонентів, які несуть інформацію про трендову частину часового ряду, використовується лінійна або поліноміальна екстраполяція, для середньомасштабних – вбудована функція `predict()` програмного середовища MathCad, що використовує авторегресійний метод Бурга, дрібномасштабні (стохастичні процеси, що не піддаються прогнозуванню) – виключаються із прогнозованого вейвлет-спектра.
3. на основі прогнозованого вейвлет-спектру, здійснюють зворотне вейвлет-перетворення, результатом якого буде часовий ряд, що вважається прогнозом майбутнього значення висхідного часового ряду.

Для модельного часового ряду (рис. 1, г) проведено розклад часового ряду $F(x)$ по нормалізованому вейвлету «Мексиканський капелюх», в результаті отримано набір даних – вейвлет-коефіцієнтів $W(a,b)$ (рис.3).

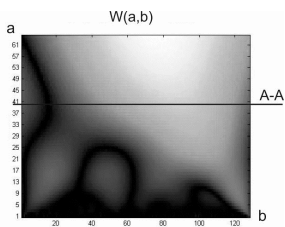


Рис. 3. Проекція на площину (a,b) поля коефіцієнтів $W(a,b)$ модельного ряду

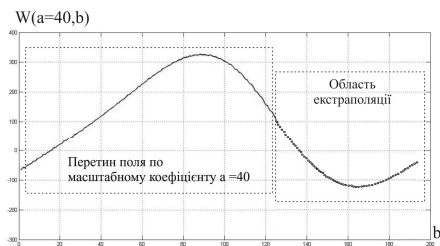


Рис. 4. Прогноз вейвлет-компоненти за масштабним коефіцієнтом $a = 40$

Для прогнозування поведінки вейвлет-компонент проведено перетин поля $W(a,b)$ по часовому масштабу ($a = 40$), що відповідає перетину A-A (рис. 3). Використовуючи функцію `predict()` програмного пакету MathCad екстрапольовано в майбутню область вейвлет коефіцієнти на даному масштабі на величину $\frac{\max(b)}{2}$. Отриманий вектор $P_{\text{прогн}}(W(a=40,b))$, що представляє собою приклад прогнозованого значення коефіцієнтів вейвлет-розкладу для масштабу $a = 40$ (рис. 4). Відповідна процедура повторювалась для отриманого діапазону масштабів, використовуючи інструментарій MathCad. Як результат, отримувалось сумарне поле коефіцієнтів вейвлет-розкладу $SW(a,b)$, що визначалось як сума висхідного поля $W(a,b)$ і поля прогнозних значень $PW(a,b)$. При цьому масштаби $a \in [1 \dots 19]$ виключались з розгляду, тобто виключалось поле прогнозних значень $W([1 \dots 19], b) = 0$ з врахуванням того, що дрібномасштабні коефіцієнти відповідають за високочастотні флуктуації, які в даному модельному сигналі є просто шумом.

На основі прогнозованих значення коефіцієнтів вейвлет-розкладу синтезовано прогнозоване значення часового ряду шляхом зворотного вейвлет-перетворення (рис. 5). Отримано очищений від шуму ряд (рис. 5, а).

При зворотному перетворенні слід врахувати, що сумування по параметру зсуву b відбувається по висхідним та прогнозованим

значенням коефіцієнтів вейвлет-перетворення $b \in [1 \dots \frac{3}{2} \max(b)-1]$. В результаті отримано прогнозоване значення модельного ряду, який можна порівняти з модельним рядом, продовженим в майбутні періоди часу (рис. 5).

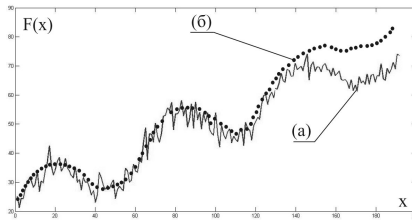


Рис. 5. Результат зворотного вейвлет-перетворення (а) і значення модельного часового ряду (б), продовженого на прогнозовану область

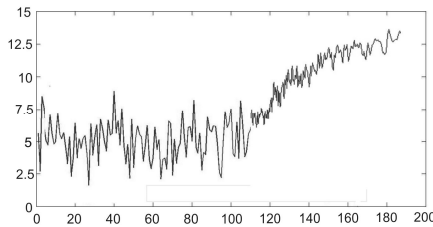


Рис. 6. Модуль абсолютної помилки прогнозу модельного ряду

З рис. 6 видно, що помилка прогнозу, наростає в міру віддалення в майбутню область. Даний факт повинен враховуватися для побудови горизонту прогнозу, оскільки поведінка складних детермінованих систем, навіть за відсутності стохастичної компоненти, найчастіше має хаотичну динаміку, що виражається в надзвичайно сильній залежності її фазової траєкторії від початкових умов. Аналіз хаотичної поведінки свідчить про фундаментальне співвідношення між глибиною прогнозу та його точністю.

Отже, з метою удосконалення і підвищення рівня ефективності керування інвестиційною діяльністю було проведено моделювання методики прогнозування економічних показників на основі вейвлет-аналізу економічних часових рядів, що ґрунтується на алгоритмі неперервного вейвлет-перетворення, що включає наступні етапи: підготовка коротких часових рядів, основною метою якої є виділення тренду циклічних коливань і шуму з подальшою фільтрацією шумової складової, розрахунок трендової складової, екстраполяція трендової складової, усунення граничних спотворень вейвлет-перетворення,

оцінка параметрів вейвлет-розкладу часових рядів, і оцінка помилки прогнозу досліджуваних часових рядах.

Література

1. А.А. Милосердов, Е.Б. Герасимова Анализ рисков инвестиционно-финансовой деятельности: принципы классификации и построения моделей. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. – С. 80.
2. Бунаев Е.В. Применение вейвлет-преобразования для анализа экономических временных рядов / Математическое моделирование развивающихся экономических систем // В сб. научн. трудов летней школы по экономико-математическому моделированию ЭКОМОД-2006. Киров: ВятГУ, 2006. С. 95–170.

УДК 62-752+62-755: 641.514.7

МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ АВТОБАЛАНСИРОВ 3D МОДЕЛИРОВАНИЕМ ДИНАМИКИ РОТОРНОЙ МАШИНЫ И ВИРТУАЛЬНЫМ ПРОВЕДЕНИЕМ МНОГОФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

В. В. Гончаров, Г. Б. Филимоныхин

Кировоградский национальный технический университет, Украина

В данной работе, для нахождения оптимальных параметров роторной машины с АБ предлагается методика, учитывающая особенности работы этих машин. Она основана на минимизации значений функционалов качества с использованием теории многофакторного эксперимента. При этом эксперименты проводятся виртуально.

Методика включает следующие этапы.

1. В системе автоматического проектирования SolidWorks создается 3D модель роторной машины (МРМ), массо-инерционные характеристики которой максимально приближены к натурному прототипу.

2. С помощью модуля Cosmos Motion в SolidWorks, реализующего метод конечных элементов для моделирования динамики механических систем, симулируется динамика МРМ для проведения виртуальных экспериментов.

3. Создается «черный» ящик:

а) выбирается целевая функция, характеризующая качество работы МРМ и которую можно замерять в процессе эксперимента (это может быть усредненное или остаточное виброускорение, время затухания переходных процессов и т.п.);

б) выбираются управляющие факторы и задается область их изменения.

4. Выбор модели корреляционной связи между целевой функцией и управляющими факторами. Эту модель в неявном виде предлагается искать в такой форме

$$\varphi(Q) = f(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (1)$$

где Q - целевая функция, x_1, x_2, \dots, x_n - управляющие факторы; $\varphi(\cdot), f(\cdot)$ - некоторые функции своих аргументов, соответственно левая (ЛЧ) и правая (ПЧ) части модели корреляционной связи.

Необходимо найти такие функции $\varphi(\cdot), f(\cdot)$, при которых модель корреляционной связи (1) будет статистически приемлемой, то есть будет статистически точно отображать экспериментальные результаты и позволит статистически точно определить: наборы значений факторов МРМ, при которых целевая функция принимает наименьшее (наибольшее) значение; наименьшее (наибольшее) значение целевой функции.

4.1. В качестве ПЧ модели предлагаются две разновидности функций.

а) Разложения функции $f(\cdot)$ в ряд Тейлора по степеням факторов:

$$f_L = c_0 + \sum_{i=1}^n c_i x_i, \quad f_B = f_L + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n c_{ij} x_i x_j, \quad f_K = f_B + \sum_{i=1}^n c_{ii} x_i^2, \quad (2)$$

где f_L, f_B, f_K - соответственно линейная, учитывающая эффекты взаимного влияния первого порядка и квадратичная функции; c_0 - свободный член, а $c_i, c_{ij}, i, j = \overline{1, n}, j \geq i$ - коэффициенты регрессии.

б) Функции, имеющие гиперболические составляющие:

$$f_{ЛГ} = f_L + \sum_{i=1}^n (d_{0i} / x_i), \quad f_{ВГ} = f_B + \sum_{i=1}^n (d_{0i} / x_i),$$

$$f_{ЛГВ} = f_{ЛГ} + \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n (d_{ji} x_j / x_i), \quad (3)$$

где $f_{ЛГ}$ - сумма линейной f_L и гиперболических составляющих; $f_{ВГ}$ - сумма учитывающая эффекты взаимного влияния 1-го порядка f_B и гиперболические составляющие; $f_{ЛГВ}$ - сумма линейных и гиперболических составляющих $f_{ЛГ}$ и составляющих, учитывающих эффекты взаимного влияния 1-го порядка линейной и гиперболической функций; $d_{0i}, d_{ij}, i, j = \overline{1, n}, i \neq j$ - коэффициенты регрессии.

Гиперболические функции вводятся для обеспечения резкого роста времени затухания переходных процессов при стремлении некоторых

параметров к определенным предельным значениям (например, коэффициентов сил сопротивления к нулю).

4.2. Выбор ЛЧ модели. Ее вид зависит от выбора целевой функции.

а) ЛЧ, приемлемые для нахождения наибольшего значения целевой функции

$$\varphi(Q) = Q^{(2m-1)/(2k-1)}, \quad / k, m \in N / . \quad (4)$$

Модель (1) с ЛЧ (4) приемлема для аппроксимации целевой функции - усредненного или остаточного выброускорения. В случае целевой функции - времени затухания переходных процессов данная модель довольно точно прогнозирует только наибольшее значение целевой функции;

б) ЛЧ, приемлемые для нахождения наименьшего значения времени затухания переходных процессов. Эти функции должны обеспечить ограничение $Q_{\text{наим}} > Q_p$, где Q_p – время разгона ротора.

Ниже приведены некоторые простейшие функции $\varphi(Q)$ такого типа:

$$\begin{aligned} \varphi(Q) &= [\ln(Q - Q_p)]^{(2n-1)/(2p-1)}, \quad \varphi(Q) = -1/(Q - Q_p)^{(2n-1)/(2p-1)}, \\ \varphi(Q) &= \{\text{tg}[\pi((Q - Q_p)/Q_{\text{max}} - 1)/2]\}^{(2n-1)/(2p-1)}, \quad / n, p \in N / , \quad (5) \end{aligned}$$

где Q_{max} – максимальное из экспериментальных значений времени затухания переходных процессов. Каждая функция (5) рассматривается в паре с любой из функций (2) или (3). Таким образом, можно получить более 90 моделей корреляционной связи вида (1). Все они довольно точно прогнозируют наименьшее значение целевой функции. При этом прогнозируемое наибольшее значение может отличаться от действительного в разы.

в) ЛЧ, приемлемые для нахождения как наименьшего, так и наибольшего значений целевой функции:

$$\begin{aligned} \varphi(Q) &= A \cdot Q^{(2m-1)/(2k-1)} + [\ln(Q - Q_p)]^{(2n-1)/(2p-1)}, \\ \varphi(Q) &= A \cdot Q^{(2m-1)/(2k-1)} - 1/(Q - Q_p)^{(2n-1)/(2p-1)}, \\ \varphi(Q) &= A \cdot Q^{(2m-1)/(2k-1)} + \{\text{tg}[\pi((Q - Q_p)/Q_{\text{max}} - 1)/2]\}^{(2n-1)/(2p-1)}, \\ & \quad / k, m, n, p \in N / , \quad (6) \end{aligned}$$

где $A > 0$ – некоторая константа, играющая роль весового коэффициента.

Из функций (2), (3) и (6) можно составить более 30 моделей корреляционной связи (1). Изменяя константу А можно получить приемлемые модели корреляционной связи.

5. Составляется план многофакторного эксперимента. Он зависит от количества факторов, целевой функции и выбранной модели корреляционной связи.

6. Обработка результатов. Полученные при многофакторном эксперименте результаты исследуются с помощью программного пакета для статистического анализа данных STATISTICA_6 и системы компьютерной алгебры MathCad. В результате подбирается наиболее приемлемая функция вида (1), и соответствующий ей набор значений управляющих факторов, при которых целевая функция принимает оптимальное значение.

7. С использованием найденной корреляционной связи в области допустимых значений управляющих факторов находится оптимальная область, в которой целевая функция не превышает заданное значение.

Предложенная методика апробирована авторами при оптимизации параметров АВ в соковыжималках и осевых вентиляторах [1-4]. В качестве целевой функции рассматривались: остаточные и усредненные виброускорения, время затухания переходных процессов. Количество факторов варьировалось от 3 до 5. При этом применялись 2-х и 3-х уровневые планы экспериментов.

Выводы

Описанная методика:

эффективна при оптимизации параметров роторных машин с АВ, так как использует функционалы качества и функции регрессии, учитывающие особенности их работы;

удешевляет и ускоряет проведение оптимизации параметров, поскольку использует виртуальное проведение экспериментов;

эффективна и при проведении экспериментов на реальных роторных машинах;

может рассматриваться как стандартная при оптимизации параметров роторных машин с автобалансирами.

Литература

1. Гончаров, В. В. 3D моделирование динамики центробежной соковыжималки с шаровым автобалансиrom [Текст] / В. В. Гончаров, Г. Б. Филимонихин // "Технологічний аудит та резерви виробництва". – 2013. – Т. 6, №. 1 (14). – С. 15–18.
2. Філімоніхін Г.Б. Комп'ютерна модель процесу автоматичного динамічного зрівноваження двома автобалансирами крильчатки осьового вентилятора / Г.Б. Філімоніхін, Л.С. Олійніченко // Загальнодержавний міжвідомчий н.-т. збірник "Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин", 2013. Вип. 43, частина I. – С. 103-108.
3. Гончаров, В. В. Методика оптимизации параметров шарового автобалансира на примере минимизации установившегося виброускорения 3D модели центробежной соковыжималки [Текст] / В. В. Гончаров, Г. Б. Филимонихин // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2014. –Т. 1, №7 (67). – С. 9–14.
4. Гончаров, В. В. Оптимизация параметров центробежной соковыжималки с автобалансиrom минимизацией времени наступления автобалансировки

УДК 519.854.2

ЗАДАЧА ВИЗНАЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНО ПІЗЬНОГО МОМЕНТУ ПОЧАТКУ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ІЗ СПІЛЬНИМ ЖОРСТКИМ ДИРЕКТИВНИМ ТЕРМІНОМ ПАРАЛЕЛЬНИМИ ПРИЛАДАМИ РІЗНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ

О.Г. Жданова, М.О. Сперкач
НТУУ «КПІ», Україна

В даній роботі розглядається задача календарного планування виконання завдань із спільним жорстким директивним терміном паралельними приладами різної продуктивності з метою максимізації моменту запуску приладів за умови, що усі завдання не запізняються. Розроблено алгоритм побудови початкового розкладу, сформульована допоміжна оптимізаційна задача, визначені ознаки оптимальності розкладів.

Постановка задачі. Задано множину завдань $J = \{1, 2, \dots, n\}$ та кількість приладів m . Прилади можуть працювати паралельно і кожний з приладів може виконувати будь-яке завдання з множини J . Прилади відрізняються один від одного продуктивністю виконання завдань, при цьому можна впорядкувати прилади за швидкістю виконання завдання і цей порядок є однаковий для всіх завдань: для кожного приладу i існує коефіцієнт h_i (коефіцієнт продуктивності) такий, що тривалість виконання завдання j на приладі i дорівнює $t_{ij} = h_i p_j$. «Еталонним» будемо називати прилад з коефіцієнтом продуктивності $h=1$. Зазначена величина p_j є тривалістю виконання завдання j на еталонному приладі (вважається, що усі p_j є цілими). Всі завдання мають спільний директивний термін d . Необхідно знайти максимальний момент запуску приладів r_{\max} , що дозволяє отримати допустимий розв'язок (розклад, у якому усі завдання не запізняються).

Ця задача є узагальненням задачі, що розглядається в [1].

Визначимо C^* як теоретично мінімальний час, за який усі прилади могли б виконати усі роботи. В ідеальному випадку розклад є рівномірним, тобто таким, у якому всі прилади обслуговують усі завдання за час C^* . При цьому величина $c_i^* = C^* / h_i$ – це ідеальний

зведений час зайнятості приладу i ($i = \overline{1, m}$) (час, обрахований у еталонних тривалостях). У разі рівномірного розкладу справедливо

наступнє: $\sum_{j=1}^n p_j = \sum_{i=1}^m c_i^*$ – сумарний час виконання усіх робіт в

еталонних значеннях тривалостей дорівнює сумі ідеальних зведених тривалостей зайнятості приладів. Звідси отримаємо вираз для значення

$$C^*: C^* = \sum_{j=1}^n \frac{1}{\sum_{i=1}^m h_i p_j}.$$

Алгоритм А0 побудови початкового розкладу

Перенумерувати завдання множини J за незростанням еталонному тривалостей. Розрахувати C^* та c_i^* , $i = \overline{1, m}$. Встановити величини вільного резерву часу приладів: $f_i = c_i^*$, $i = \overline{1, m}$. Встановити час звільнення приладів: $C_i = 0$, $i = \overline{1, m}$. Обрати завдання $j = 1$.

Обрати прилад i з максимальним значення f_i .

Призначити завдання j на прилад i , $C_i = C_i + h_i p_j$, $f_i = f_i - p_j$.

Перейти до наступного завдання: $j = j + 1$. Якщо $j > n$, кінець алгоритму, в іншому випадку переходимо до КРОКУ 2.

Введемо позначення для розкладу σ : J_i – множина робіт, що виконується приладом i , $C_i(\sigma) = \sum_{j \in J_i} h_i p_j$ (час виконання усіх робіт

приладом i); $\Delta_i(\sigma) = \max \left\{ 0; \sum_{j \in J_i} h_i p_j - C^* \right\}$ (виступ приладу);

$R_i(\sigma) = \max \left\{ 0; C^* - \sum_{j \in J_i} h_i p_j \right\}$ (резерв приладу). Відповідні їм зведені

величини: $C_i^l(\sigma)$; $\Delta_i^l(\sigma) = \max \left\{ 0; C_i^l(\sigma) - c_i^* \right\}$; $R_i^l(\sigma) = \max \left\{ 0; c_i^* - C_i^l(\sigma) \right\}$; $i = \overline{1, m}$.

Для задачі, що розглядається, розроблені ознаки оптимальності розкладів.

Ознака оптимальності 1. Якщо C^* – ціле та усі c_i^* також є цілими числами, то для заданого набору завдань можливо побудувати так званий *рівномірний розклад*, тобто розклад у якого виконується

$C_i^l(\sigma) = \sum_{j \in J_i} p_j = c_i^*$, $i = \overline{1, m}$ (рівномірний розклад є оптимальним).

Якщо виконується умова $\exists i \mid c_i^* \notin Z$ (серед величин c_i^* є не цілі), то у цьому випадку принципово неможливо побудувати рівномірний розклад. Визначимо ознаку оптимальності для цього випадку.

Позначимо:
$$\delta = \sum_{j=1}^n p_j - \sum_{i=1}^m \left\lfloor \frac{C^*}{h_i} \right\rfloor = \sum_{j=1}^n p_j - \sum_{i=1}^m \lfloor c_i^* \rfloor.$$
 За визначенням

$\delta \geq 0$ і ціле, а за умови $\exists i \mid c_i^* \notin Z$ виконується: $\delta > 0$. Визначимо, який вигляд матиме «ідеальний» розклад у цьому випадку, тобто, визначимо *контур* оптимального розкладу.

Визначення. Розклад, у якому на прилади призначені не усі завдання із множини J , назвемо *неповним*.

Представимо, що ми розподілили між приладами деяку кількість завдань (вони складають множину $J' \subset J$) і отримали неповний розклад, у якому
$$\sum_{j \in J'_i} p_j = \lfloor c_i^* \rfloor, \quad i = \overline{1, m}.$$
 Це означає, що залишилися

недорозподіленими завдання, сумарна тривалість виконання яких

становить:
$$\delta = \sum_{j=1}^n p_j - \sum_{i=1}^m \sum_{j \in J'_i} p_j.$$
 З урахуванням $\sum_{j \in J'_i} p_j = \lfloor c_i^* \rfloor$ маємо:

$$\delta = \sum_{j=1}^n p_j - \sum_{i=1}^m \lfloor c_i^* \rfloor.$$
 Припустимо, що залишилось розподілити δ

завдань, еталонна тривалість кожного з яких дорівнює 1. Отже, постає така задача: розподілити ці одиничні завдання між приладами так, щоб максимальний з виступів повного розкладу був мінімальним. В

результаті ми отримуємо розклад, у якому робота в об'ємі $\sum_{j=1}^n p_j$

розподілена найкращим чином. Позначимо:
$$r_i = c_i^* - \sum_{j \in J'_i} p_j, \quad i = \overline{1, m}$$

(резерв приладу i). Для величин r_i виконується:
$$\sum_{i=1}^m r_i = \delta.$$

Сформулюємо допоміжну оптимізаційну задачу: розподілити δ завдань одиничної довжини між m приладами, за умови, що прилад i

має резерв r_i , $i = \overline{1, m}$ і $\sum_{i=1}^m r_i = \delta$. Тобто, визначити x_i (кількість

«одиничних» еталонних завдань призначених на прилад i , $i = \overline{1, m}$), які

задовольняють обмеженням $\sum_{i=1}^m x_i = \delta$; $x_i \in Z^+$, $i=1, m$ та мінімізують максимальний з виступів: $\max_i \{h_i(x_i - r_i)\} \rightarrow \min$.

Ознака оптимальності 2. Якщо $\delta = \sum_{j=1}^n p_j - \sum_{i=1}^m \lfloor c_i^* \rfloor > 0$ ($\exists i \mid c_i^* = \frac{C^*}{h_i} \notin Z$) і x_i^0 , $i = \overline{1, m}$ - оптимальний розв'язок допоміжної оптимізаційної задачі, то розклад σ , в якому: $C_i'(\sigma) = \lfloor c_i^* \rfloor + x_i^0$ або $C_i(\sigma) = h_i \lfloor c_i^* \rfloor + h_i x_i^0$ є оптимальним.

Загальна схема розв'язання задачі. За алгоритмом А0 будеться початковий розклад, потім до розкладу застосовуються перестановки, за змістом аналогічним перестановкам, що розроблені в роботі [1]. Метою перестановок є максимальне наближення до виконання ознак оптимальності.

Література

1. Павлов, О.А. Поліноміальна складова ПДС-алгоритму розв'язання однієї задачі теорії розкладів / О. А. Павлов, О.Г. Жданова, О.Б. Місюра, М.О. Сперкач// Технологический аудит и резервы производства, 2013. — №6/3 (14). — С.47—52.

УДК 519.85

ДЕТЕРМІНОВАНА МОДЕЛЬ ПЛАНУВАННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ РОБІТ У АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ УКРАЇНИ

Р.Б. Кудринський

*Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації
сільського господарства», Україна*

Сучасні процеси виробництва сільськогосподарської продукції характеризуються високим рівнем механізації та автоматизації і спрямовуються на створення сприятливих умов життєдіяльності рослин і ґрунтових мікроорганізмів. Техніка, що використовується для механізації цих процесів, є наукоємною, її вартість постійно зростає.

Високий рівень технологій виробництва сільськогосподарської продукції, технічна досконалість і висока вартість техніки потребують високого рівня управління використанням технічної бази, пошуку шляхів зменшення частки матеріальних і енергетичних витрат у собівартості сільськогосподарської продукції.

Пошук раціональних рішень при комплектуванні і використанні машинно-тракторного парку (МТП) сільськогосподарських

підприємств - одна з найскладніших задач, оскільки при її вирішенні необхідно враховувати велику кількість чинників, переважна частка яких мають імовірнісний характер і некерованість. Для їх виконання науковцями розроблено ряд методів програмного забезпечення ЕОМ, які базуються на методах лінійного або динамічного програмування. За критерій оптимізації запропоновано і використовуються прямі експлуатаційні витрати.

Мінімально можлива кількість енергозасобів у складі парку N_1 будуть розраховані на кожну технологічну операцію за формулами [1]:

$$N_1 = \sum_j x_i, \quad (1)$$

де x_i – кількість енергозасобів, які застосовуються на виконанні i -ї операції.

Розподіл енергозасобів в будь-якому періоді прагне виконувати роботи мінімально можливою кількістю енергозасобів N_2 :

$$N_2 = \sum_i \sum_j x_{ijk}, \quad (2)$$

де x_{ijk} – кількість енергозасобів j -го виду, які застосовуються на виконанні i -ї операції k -го періоду.

У цих формулах підсумовують значення x_i та x_{ij} для всіх індексів j , що відносяться до енергомашин – тракторів, самохідних шасі, автомобілів.

Для полегшення та прискорення прийняття рішень співробітниками ННЦ «ІМЕСГ» розроблена комп'ютерна програма планування механізованих робіт в господарстві призначена для забезпечення раціонального використання МТП і визначення потреби в техніці на підставі структури посівних площ, технологій вирощування культур та умов функціонування МТА шляхом побудови графіків їх використання з урахуванням величини прямих експлуатаційних затрат.

Дана програма написана в середовищі Microsoft Visual Studio 2005 на об'єктно-орієнтованій мові програмування C# (Сі-шарп) [2, 3].

Також в програмі використовується база даних (БД) Microsoft Access, в якій зберігається наступна інформація: технологічні регламенти; перелік операцій і вимоги до них; характеристики тракторів; характеристики сільськогосподарських машин; характеристики комбайнів; характеристики автомобілів; характеристики стаціонарних машин; укомплектовані машинно-тракторні агрегати та їх характеристики.

Суть детермінованої моделі полягає в: розробленні структури БД «Технологічні матеріали», а також інструменту користувача для роботи з нею; доопрацюванні підпрограми розрахунку техніко-економічних показників використання МТА на операціях, зокрема,

розрахунку оплати праці працівників і вартості технологічних матеріалів; розробленні підпрограми визначення потреби в технічних засобах і затрат на вирощування сільськогосподарських культур.

Для роботи з інформацією баз даних «Техніка» і «Технологічні регламенти» розроблений інтерфейс користувача, за допомогою якого у користувача є можливість проводити редагування технологій виробництва продукції, а також додавати нові.

Робота програми здійснюється за алгоритмом, який представлений на рисунку.

Для початку роботи з програмою необхідно створити новий файл господарства, де вказати назву господарства, природно-кліматичну зону і область. Наступним кроком є вибір у відповідному діалоговому вікні зі списку культуру, попередника, технологію вирощування, а також вказати площу поля. В результаті цих дій на основі технологічного регламенту отримуємо перелік операцій та агроформи до них при вирощуванні заданої культури.

Для кожної операції здійснюється вибір техніки для її виконання. Діалогове вікно вибору техніки має 4 вкладки, які дозволяють зробити вибір техніки таких видів: 1) машинно-тракторні агрегати; 2) самохідні комбайни; 3) транспорт; 4) стаціонарні машини. Норма виробітку і витрата пального беруться з типових норм з можливістю їх корегування залежно від конкретних умов господарства. Також у даному діалоговому вікні, залежно від складу агрегату, вказується кількість працівників на його обслуговування.

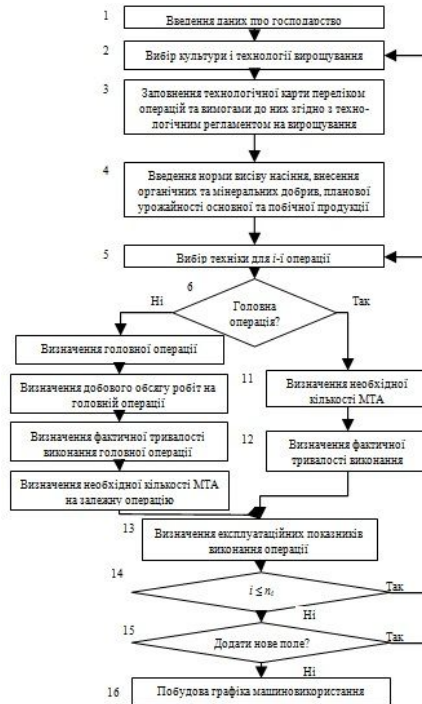


Рис. 1. Блок-схема алгоритму комп'ютерної програми планування механізованих робіт

Результат роботи програми формується у вигляді графіків завантаження техніки та структури приведених експлуатаційних витрат по кожному полю господарства.

Література

1. Фінн Е.А. Комплектування машинно-тракторного парку колгоспів і радгоспів / Е.А. Фінн, М.Л. Варшавський, І.Є. Черватюк. К.: - Урожай, 1989, 176 с.
2. Рихтер Дж. CLR via C#. Программирование на платформе Microsoft.NET Framework 2.0 на языке C# (2-е издание) / Дж. Рихтер // М.: «Русская Редакция»; СПб.: Питер –2006. –656с.
3. Нортроп Тони Основы разработки приложений на платформе Microsoft.NET Framework. Учебный курс Microsoft / Нортроп Тони, Уилдермьюс Шон, Ранен Билл // Пер. с англ. – М.: «Русская Редакция», СПб.: «Питер». 2007. - 864 стр.: ил.

КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ЗАГОТІВЛІ СИЛОСУ

В.Ф. Кузьменко

*Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації
сільського господарства», Україна*

Заготівля силосу – одна із складових процесу заготівлі кормів, яка щорічно повторюється. При всій повторюваності процесу він кожного року відмінний від попереднього, адже не можуть бути повтореними ті умови в яких відбувається процес заготівлі: щорічно змінюються поля для вирощування, урожайність, термін збирання культури, стан технічних засобів, погодні умови в період збирання і інші фактори.

Моделювання цього процесу з врахуванням всіх основних чинників, які реально змінюють ефективність його реалізації – єдиний шлях пізнання цього процесу. Для врахування всіх важливих моментів розробляємо процес збирання як декілька послідовних етапів[1].

Метою процесу заготівлі силосу є підвищення ефективності процесу, а саме:

заготівля необхідного об'єму силосу;

своєчасне виконання операцій заготівлі;

зниження втрат при заготівлі та зберіганні;

покращення якості силосу;

зменшення енерговитрат на зменшення силосу.

Перелічені складові мети процесу є завданнями, виконання навіть одного з них підвищує ефективність реалізації процесу.

Зв'язки в процесі заготівлі силосу поділяємо на матеріальні (обробка рослинної маси, транспортування її) та управлінські (збільшення чи зменшення числа машин при переїзді на інше поле, вчасна дозаправка паливом). Управління здійснюється кожною із складових системи, як під час її проектування (організації робіт), так і впродовж збирання зеленої маси та після завершення роботи.

Кожне господарство, виходячи із притаманних йому місцевих умов, бажаної продуктивності поголів'я, формує раціон годівлі. Виходячи із раціону годівлі наявного середньорічного поголів'я та терміну стійлового періоду формуються об'єми кормів, які слід заготувати і зберегти. Цими об'ємами визначаються і об'єми сховищ для відповідних видів кормів. Розрахунки проводяться окремо для літнього та стійлового періоду року (рис.1).

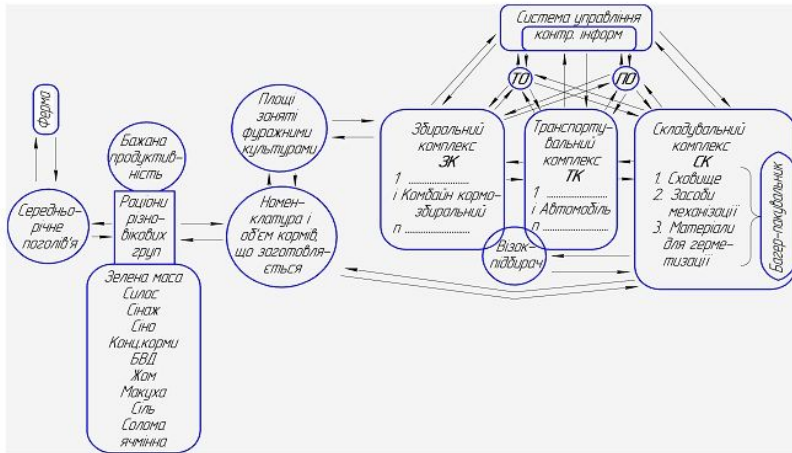


Рис. 1. Схема зв'язків в концептуальній моделі заготівлі стеблових кормів в кормо забезпеченні ферми

Матеріальна складова процесу заготівлі кукурудзяного силосу – це один або декілька кормозбиральних комбайнів із жаткою для скошування високостеблевих культур (ЗК - збиральний комплекс), набір транспортних засобів для перевезення різаної маси (ТК – транспортний комплекс), комплекс для укладання та ущільнення зеленої маси (СК – комплекс для складування). Окрім засобів для виконання основних робіт функціонують інші обслуговуючі ланки: технічного обслуговування (ТО), побутового обслуговування (ПО), контрольно-інформаційна ланка (КІ - контроль якості подрібнення, кількості заготовленої маси).

Кожна із ланок характеризується певними чинниками і в кінцевому результаті сукупно впливає на показник ефективності обслуговування потоку кормових культур. На показник ефективності впливають обсяг зібраного та втраченого урожаю. На ці показники впливають річний об'єм заготівлі кормів, агрометеорологічні умови (X_b), а також параметри (Z_i) системи обслуговування. В неявному вигляді залежність може бути представлена [2,3]

$$Y_n = f(X_b, Z_i, O_b), \quad (1)$$

де Y_n - ефективність технологічного процесу заготівлі силосу; Z_i - параметри системи обслуговування; O_b - річний обсяг зібраної силосної маси; X_b - вплив агрометеорологічних умов на процес обслуговування потоку стеблової маси.

Розкриваючи зв'язки, характерні для системи обслуговування потоку кормів при заготівлі силосу, в першу чергу слід звернути увагу

на втрати урожаю (B_y), що складаються із механічних втрат (B_{ym}) та втрат якісної складової корму (B_a). Останні в свою чергу є сумою втрат біологічно необхідних на процес силосування ($B_{я.б.н.}$), та втрат викладених погіршенням погодних умов, порушеннями вимог технології ($B_{я.п}$ – втрати якості необгрунтовані)

$$B_y = f(Tc.k., \delta k \gamma), \quad (2)$$

де $Tc.k.$ - технологічний стан комбайна;

t - термін завантаження сховища;

γ - щільність маси.

Параметри збиральної системи поділяються на параметри підсистем [1, 16]: головної, технологічної ($Z_{г.і}$); обслуговуючої ($Z_{о.і}$); контрольно-інформаційної, управлінської ($Z_{у.і}$).

Головна технологічна система ($Z_{г.і}$) визначається:

$$Z_{г.і} \{Nr, Nb, Na, Nmm, Scx, T\}, \quad (3)$$

де Nr - число кормозбиральних комбайнів; Na - число транспортних засобів; Nb - вага для контролю за перевезеною подрібненою масою; Nmm - число укладачів трамбувальників; Scx - тип та параметри сховища;

Таким чином, аналіз неявних залежностей дозволяє стверджувати, що параметри системи обслуговування залежать від характеристики потоку замовлень дозрілої зеленої маси, що в свою чергу зумовлює потік скошеної зеленої маси кукурудзи та інших силосних культур. Нестабільність потоку замовлень полів на збирання є головною причиною нестабільності потоку зеленої маси, що враховується концептуальною моделлю.

Наведений підхід до розгляду процесу обслуговування потоку стеблової маси при заготівлі кормів (на прикладі силосу) дає змогу визначати як номенклатуру, так і кількісний склад системи обслуговування потоку кормів з врахуванням їх втрат та затримок із-за погодних умов, тому його слід розглядати як системно-проектний підхід. Наведений підхід дає змогу не лише визначати собівартість виконання робіт за наявної кормозбиральної техніки, а і прогнозувати величину втрат поживності від її недостачі, чи можливість виконувати роботи на стороні при надлишку її

Література

1. Попов В.Д., Валге А.М. Моделирование и оптимизация процессов и технологий заготовки кормов из трав в условиях Северо-Запада России. – СПб, СЗНИИМЭСХ, 2005. – 176 с.
2. Сидорчук О.В. Инженерия машинных систем. Монография.– К.: ННЦ «ІМЕСГ» УААН, 2007.- 263 с.
3. Сидорчук О.В., Сенчук С.Р. Инженерный менеджмент: системотехника виробництва. Навчальний посібник. Львів: Львівський ДАУ, 2006. – 127 с.

ЗАДАЧА СКЛАДАННЯ РОЗКЛАДУ ПОКАЗУ ФІЛЬМІВ У КІНОТЕАТРИ

К.О. Медведська

*НТУУ «КПІ», факультет інформатики та обчислювальної техніки, кафедра
АСОІУ, Україна*

Сьогодні кіноіндустрія пропонує своїм глядачам широке розмаїття стилів кіно та технологій показу. З метою забезпечення отримання найбільшого прибутку сучасним кінотеатрам необхідно скласти такий графік показу фільмів, який враховуватиме вподобання глядачів, що дозволить збільшити кількість продажів на сеанс. Вирішення такої задачі передбачає збір статистичних даних відвідувань залів в мережі кінотеатрів, аналіз результатів та подальше використання отриманих даних при математичному та (або) імітаційному моделюванні.

Ця робота присвячена питанням формування стратегії складання розкладу показу фільмів в кінотеатрі, котрий буде базуватися на прогнозованих оцінках затребуваності кінематографічних стрічок. Вхідними даними є розріджена таблиця продажів білетів у кінотеатрах України (далі - таблиця продажів). Для розрахунку було взято дані за період з 01.01.2013 року до 01.04.2014 року з шести кінотеатрів, що розташовані у таких містах, як: Київ, Львів, Харків, Одеса, Ялта, Суми. В таблиці продажів містяться дані про: кінотеатр та зал, в якому показувався фільм, дані про фільм: оригінальна назва, рік випуску, міжнародний рейтинг фільму з сайту IMDb (Internet Movie Database [1]), технологія показу стрічки, час початку сеансу та ціна проданого квитка. Тобто, один запис в таблиці продажів – це один проданий квиток на деякий сеанс.

Значення затребуваності фільму – це деяка оцінка стрічки, що характеризує відвідуваність фільму глядачами. Затребуваність фільму залежить від наступних факторів: популярність технології, популярність фільму та час його показу. Виходячи з цього, ми можемо сказати, що за ретроспективними даними про покази фільмів ми можемо оцінити затребуваність нового фільму, що ще не був у прокаті.

Задачу складання розкладу показу фільмів в кінотеатрі можна реалізувати в три етапи:

визначення залежності затребуваності фільму від часу показу та технології;

визначення очікуваної оцінки значення затребуваності для нових фільмів, запланованих до показу;

створення розкладу, що максимізує сумарне значення затребуваності усіх фільмів на запланований період показу.

Далі детально розглянемо перший етап.

Значення затребуваності фільму залежить від багатьох факторів, виділимо три з них, які найбільше впливають на результуюче значення:

популярність технології, в якій демонструється фільм (на сьогодні існують такі технології: плівка, 2D цифра, 2D IMAX, 3D IMAX, 3D Dolby, 2D 4DX, 3D 4DX);

час показу фільму;

значення міжнародного рейтингу фільму (надалі - популярність фільму).

Для позначення технології введемо параметр l , для позначення часу показу фільму - t , для популярності фільму - k . Значення параметру k - це IMDb-оцінка фільму, що взята з сайту [1] (діапазон значень цього параметру $[0;10]$). В таблицях 1-2 наведена запропонована шкала значень параметрів l і t .

Таблиця 1. Відповідність значення параметру l технологіям

Вид технології	Значення параметру
Плівка	1
2D цифра	2
3D Dolby	3
2D 4DX	4
2D IMAX	5
3D 4DX	6
3D IMAX	7

Таблиця 2. Відповідність значення параметру t часу доби.

Час доби	Діапазон часу	Значення параметру
Ранок	6:00 – 12:00	1
День	12:00 – 18:00	2
Вечір	18:00 – 0:00	3
Ніч	0:00 – 6:00	4

Очевидно що, ступінь затребуваності фільму визначається величиною доходу (кількістю проданих квитків) отриманого від його показу. Позначимо середню кількість проданих білетів за сеанс через S . Це значення є відносним і характеризує середній прибуток кінотеатру за сеанс, що дозволяє нам використати його як відносну оцінку затребуваності. Очевидно що,

$$S(t) \approx f_1(t) \quad (1)$$

$$S(t) \approx f_2(t) \quad (2)$$

$$S(k) \approx f_3(k) \quad (3)$$

де $f_1(l)$, $f_2(t)$, $f_3(k)$ – деякі залежності, надалі будемо вважати, що вони є поліномами.

Для визначення залежності (1) згрупуємо дані про продажі по технологіям та відобразимо результат на гістограмі, а також апроксимуємо отримані значення поліномом третього степеню (рис. 1.). Апроксимація виконана методом найменших квадратів [2] засобами MS Excel.

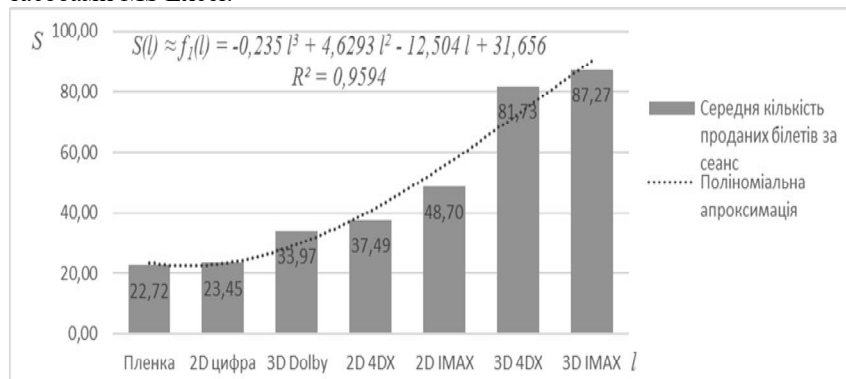


Рис. 1. Середня кількість проданих білетів за сеанс згруповані за технологіями

Таким чином, отримали поліном $f_1(l)$:

$$f_1(l) = -0,235 \cdot l^3 + 4,6293 \cdot l^2 - 12,504 \cdot l + 31,656 \quad (4)$$

Аналогічно, для визначення залежності (2) згрупуємо дані про продажі за часом доби. Отриманий результат представлено на гістограмі (рис. 2.).

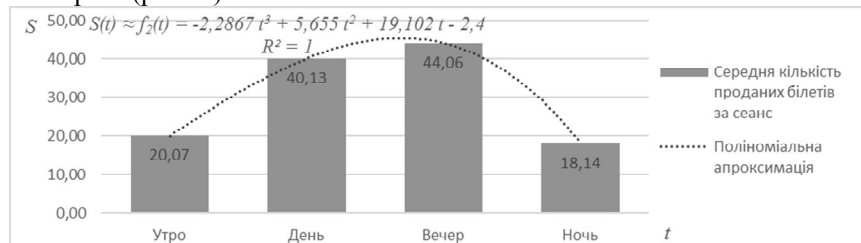


Рис. 2. Середня кількість проданих білетів за сеанс згруповані за часом доби

Отримали поліном $f_2(t)$:

$$f_2(t) = -2,2867 \cdot t^3 + 5,655 \cdot t^2 + 19,102 \cdot t - 2,4 \quad (5)$$

Аналогічно, для визначення залежності (3) згрупуємо дані за оцінками IMDb, отриманий результат представлено на гістограмі (рис. 3.).

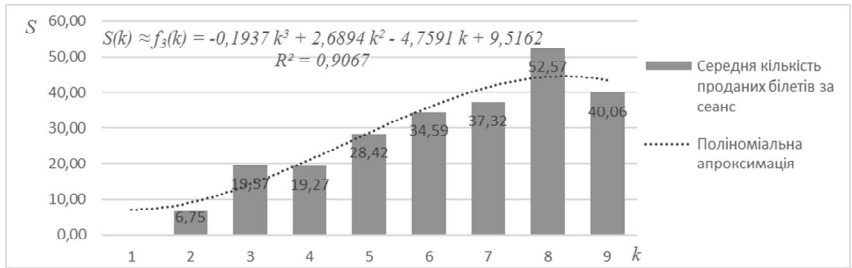


Рис. 3. Середня кількість проданих білетів за сеанс згруповані за оцінками IMDb

Отримали поліном $f_3(k)$:

$$f_3(k) = -0,1937 \cdot k^3 + 2,6894 \cdot k^2 - 4,759 \cdot k + 9,5162 \quad (6)$$

Після цього пропонується визначити затребуваність фільму як лінійну згортку величин $f_1(l)$, $f_2(t)$, $f_3(k)$. Надалі це значення буде використано для створення розкладу показу фільмів, що дозволить підвищити сумарний прибуток кінотеатру від показу запланованої номенклатури фільмів.

Література:

1. IMDb - Movies, TV and Celebrities. [Електронний ресурс]/ Режим доступу: <http://www.imdb.com/>
2. Лоусон Ч., Хенсон Р. Численное решение задач методом наименьших квадратов. — М.: Наука, 1986.

УДК 631.362.3

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАДХОДЖЕННЯ ЗЕРНА НА ЗЕРНООЧИСНИЙ ПУНКТ

С.П. Степаненко, В.О. Швидя

Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства», Україна

Надходження зерна до зернопереробних пунктів описується математичними методами з використанням ймовірнісних функцій і теорії масового обслуговування. Стохастичний характер і дискретний характер функцій, що використовуюються при математичному описі ускладнює теоретичний аналіз процесу надходження зерна на зернопереробний пункт [1, 2]. Для моделювання стохастичних та дискретних процесів необхідно застосовувати якісно нові методи, які дозволяють з великою адекватністю описувати технологічні процеси.

В зв'язку з цим виникла наступна мета роботи: розроблення імітаційної моделі надходження зерна на зерноочисний пункт у

середовищі Simulink пакета програм MatLab, яка дала б можливість врахувати стохастичність та дискретність надходження зерна.

Для врахування дискретності надходження зернового потоку (автомашинами) було створено імітаційну модель, використовуючи елементи бібліотеки SimEvents розширення Simulink пакету програм MATLAB (рис.1). Дана імітаційна модель передбачає надходження зернового потоку порціями (автомашинами). Одна автомашина приймається, як одна заявка. Вага зернової маси у одній автомашині імітаційною моделлю сприймається, як вага заявки. За канал обслуговування імітаційною моделлю приймається вхідний пристрій (бункер-накопичувач, з якого зерно подається норією на подальшу обробку), який задається значенням пропускної здатності (продуктивністю).

У імітаційній моделі передбачено, що користувач задає необхідні значення інтенсивності зернового потоку, максимальну вагу заявок і паспортну продуктивність каналу обслуговування. Ці значення вводять у блоки "Інтенсивність потоку", "Вага заявки" і підсистему "генератор часу обслуговування" (рис. 1).

Задане користувачем значення інтенсивності зернового потоку через блок "Інтенсивність потоку" подається на вхід Rate підсистеми "Генератор часу між заявками". Дана підсистема, формує час затримки між заявками та видає сигнал затримки на вихід "Inter Time".

Оброблений сигнал з виходу "Inter Time" підсистеми "Генератор часу між заявками" подається на блок "Формування заявок", в якості якого використано блок із бібліотеки SimEvents. Даний блок формує сигнал заявки по сигналу підсистеми "Генератор часу між заявками".

У кожній заявці є своя власна вага (вага зерна на автомашині), що виражається у збільшенні часу обслуговування заявки з більшою вагою. Інше значення цього параметру полягає у розподіленні пріоритетів у черзі, відповідно до ваги заявок, що надійшли. Щоб вага заявок була різною передбачено генератор ваги заявок. Для цього блок "Генератор випадкових чисел 1" генерує рівномірно розподілене число на проміжку від 0 до 1, яке перемножується блоком "Помножувач" на задану користувачем максимальну вагу через блок "Вага заявки", забезпечуючи стохастичність даного параметру.

Важливим параметром є також час обробки заявки каналом обслуговування. Для цього, щоб його визначити використано пару таймерних блоків. Перший з них "Початок обробки заявки у системі" запускає відлік часу перебування заявки у системі, другий — "Зчитування часу обробки заявки у системі" зупиняє таймер і зчитує його значення.

Для того щоб ідентифікувати черги і затримки використано блоки "Лічильник повернутих заявок", "Об'єднання шляхів", "Черга FIFO".

Головним елементом є блок "Черга FIFO", який реалізовує чергу заявок заданої ємності з дисципліною обслуговування FIFO. У даній підсистемі максимальна ємність черги складає 10 і задається властивістю блока "Черга FIFO". Блок "Черга FIFO" приймає на вхід заявку, ставить її у кінець черги, а заявку, яка стоїть на початку черги (це може бути і тільки-но отримана заявка), відправляє на вихід, якщо він не заблокований. Даний блок у кожний момент часу повідомляє власний вміст (кількість заявок у черзі, їх довжину), середню довжину черги (блок "Середня довжина черги") та середній час очікування кожної заявки у черзі (блок "Час очікування у черзі").

Заявки у чергу можуть надходити не тільки від блока "Формування заявок", але і по оберненому зв'язку із каналу обслуговування. Але черга має лише один вхід. Рішенням даної проблеми являється блок "Об'єднання шляхів", який направляє заявки з двох входів на один вихід. Налаштування даного блоку такі, що якщо дві заявки надійдуть у блок "Об'єднання шляхів" одночасно, на вихід пройде заявка, подана на вхід In1 блока "Об'єднання шляхів". Блок "Лічильник повернених заявок" та блок "Повернені заявки" використано у налагоджувальних цілях для верифікації схеми «Прийняття рішень» у каналі обслуговування.

Канал обслуговування (приймний бункер) приймає на вхід заявку (автомашину) обслуговує її, що виражається у затримці її на заданий період часу.

Джерелом сигналу затримки є підсистема "Генератор часу обслуговування". Дана підсистема формує сигнал, величина якого випадкова і розподілена за показниковим законом. Крім цього, дана підсистема враховує також вагу прийнятої заявки. Дане врахування полягає у додаванні сгенерованого часу обслуговування і ваги заявки.

Вхідний параметр, що подається на вхід Weight підсистеми "Генератор часу обслуговування" являється вага заявки, яка передається як її атрибут і витягується блоком "Витягування ваги заявки".

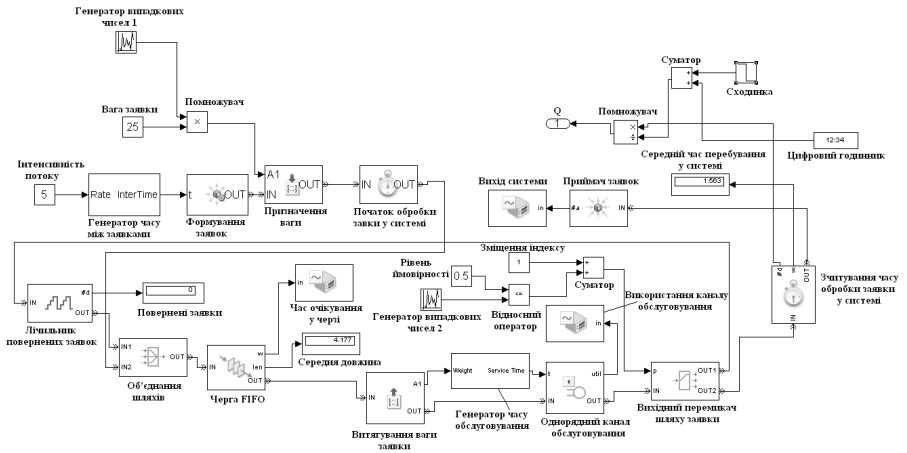


Рис. 1 – Структурна схема імітаційної моделі надходження зернового потоку на зернопереробний пункт

Імітаційна модель надходження зерна на зернопереробний пункт для кожної обробленої заявки вирішує питання: чи буде заявка передана на вихід, чи вона буде повернена у чергу і дочекавшись у черзі, знову надійде на обслуговування? Дана задача вирішується випадковим чином, з заданою ймовірністю. Випадкова величина задається блоком "Генератор випадкових чисел 2", який реалізовує рівномірний закон розподілу і видає значення на проміжку від 0 до 1. Це значення проходить блок "Відносний оператор", якщо його величина менша чи дорівнює значенню, що задає користувач у блок "Рівень ймовірності". Оброблений цим блоком сигнал через блок "Суматор" додається до значення блока "Зміщення індексу". Це формує сигнал «Прийняття рішення» і подається на вхід р блоку "Вихідний перемикач шляху заявки". Даний блок в залежності від отриманого сигналу відправляє прийнятну у нього заявку на вихід OUT1 (назад у чергу), чи на вихід OUT2 (на подальшу обробку).

Для визначення продуктивності зернового потоку, що йде із прийомного пристрою необхідно розділити кількість оброблених за час моделювання заявок на час моделювання. Але у початковий момент моделювання час рівен нулю. Щоб уникнути помилки на самому початку моделювання ненульове значення підтримується блоком "Сходінка"; потім він переключасться на нуль і на помножувач (блок "Помножувач") надходить тільки сигнал часу (блок "Цифровий годинник"). Кількість оброблених заявок на подільник надходить з блоку "Зчитування часу обробки заявки у системі". Цей же блок надає інформацію про середній час обробки заявок підсистемою

формування інтенсивності надходження зернового потоку через блок "Середній час перебування у системі".

Таким чином, розроблена імітаційна модель надходження зерна на зернопереробний пункт дозволяє підвищити адекватність і розширити можливість теоретичного аналізу у розробці проєктів системи машин післязбиральної обробки зерна.

Література

1. Макарычев Б.А. Исследование и оптимизация структуры предприятий послеуборочной обработки зерна методом статистического моделирования: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Макарычев Борис Александрович — М., 1976. — 30 с.
2. Сидорчук О.В. Інженерія машинних систем. Монографія. — К.: ННЦ "ІМЕСГ" УААН, 2007. — 263 с.

УДК 004.94:519.876.2

ПЕТРИ-ОБ'ЄКТНИЙ ПІДХІД ДО ПОБУДОВИ МОДЕЛЕЙ ДИНАМІЧНОГО РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ ПІДПРИЄМСТВА

I. В. Стеценко

Буковинський державний фінансово-економічний університет, Україна

Планування розподілу ресурсів підприємства є однією з найважливіших задач, що визначають ефективність його діяльності. Статичне розподілення ресурсів передбачає закріплення ресурсів за операціями технологічного процесу. Такий розподіл, очевидно, не є оптимальним з точки зору кількості ресурсів, що забезпечують технологічний процес виробництва, а спрямований виключно на забезпечення найменшого часу виконання операцій технологічного процесу. В умовах, коли ціна використання ресурсів висока, а інтенсивність робіт невисока, статичний розподіл ресурсів є економічно необґрунтованим. Є певні види економічної діяльності, для яких статичне закріплення засобів праці неможливе, наприклад, будівництво, сільське господарство. Тому актуальним є питання використання динамічного розподілу ресурсів підприємства в залежності від зовнішніх умов.

На сьогоднішній день поширеним є стандарт планування виробничих ресурсів MRP II (Manufacturing resource planning), за яким має здійснюватись планування ресурсів усього виробничого підприємства - виробниче, логістичне, фінансове планування [1]. Основною складовою концепції MRP II є можливість моделювання виробничого процесу при різних способах розподілення ресурсів.

План робіт складається на основі технологічної карти обробки об'єктів діяльності. Підприємство з визначеною множиною ресурсів може планувати роботи по різним об'єктам діяльності. Щоб узгодити

такі плани робіт та найбільш ефективно використати власні ресурси підприємства та орендовані, складаються імітаційні моделі виконання робіт.

Ресурси підприємства поділяються на запаси (не відновлюються в процесі використання) та засоби (відновлюються після використання), а також на матеріали, технічне обладнання, фінансові, природні, виробничі та трудові ресурси. Ресурси використовуються частково або повністю, використовуються в одному екземплярі або групами. Вибір та зайняття ресурсів відбувається у відповідності до обраної стратегії. При виборі ресурсів для виконання запланованої роботи враховуються місце розташування необхідних ресурсів та їх кількість. За допомогою моделі обирається стратегія, що є найбільш ефективною для підприємства.

Петрі-об'єктний підхід надає можливість моделювати проходження різних типів об'єктів через ресурси підприємства та враховувати при цьому не тільки час обробки, але й специфічні особливості використання ресурсів такі, як відмови обладнання, витрати палива, часткове зайняття ресурсу, одночасне використання ресурсів об'єктами різних типів. Надає можливість формувати з ресурсів групи ресурсів, необхідних для виконання чергового завдання, з урахуванням витрат на їх транспортування до місця роботи. Після визначення групи ресурсів відбувається переміщення ресурсів у місце виконання роботи та поєднання динаміки відповідних об'єктів.

З використанням технології, яка описана в [2], розроблена бібліотека основних класів Петрі-об'єктів для конструювання моделі: «Ресурс», «Група ресурсів», «Робота», «Місце», «Карта», «Планування». Основні класи мають підкласи, які деталізують функціонування класів в конкретних умовах. Клас «Ресурс» має, наприклад, підклас «Обладнання з відмовами», в якому деталізуються процеси виникнення та усунення поломок обладнання. Мережі Петрі-об'єктів розробляються з використанням бібліотеки візуального програмування [3]. На рисунку 1 наведений приклад розробки мережі Петрі-об'єкта «Обладнання з відмовами».

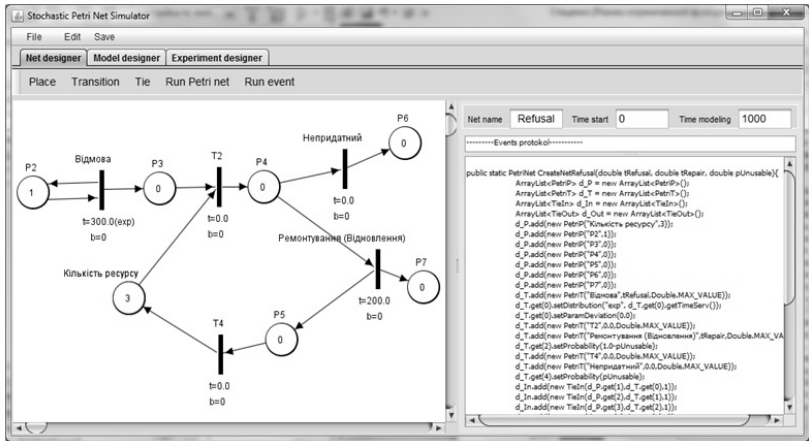


Рис.1. Приклад розробки мережі Петрі-об'єкта

За результатами моделювання виконується оцінка фактичного завантаження ресурсів, оцінка часу виконання запланованих робіт та здійснюється прийняття рішення щодо необхідності удосконалення плану робіт.

Таким чином, запропонована формалізована модель динамічного розподілу ресурсів у вигляді Петрі-об'єктної моделі, розроблена бібліотека класів для реалізації моделі та запропоновані шляхи вибору стратегії динамічного розподілу ресурсів підприємства.

Література

1. Darryl V. Landvater, and Christopher D. Gray. MRP II Standard System. A handbook for Manufacturing Software Survival. - John Wiley & Sons, Inc., 1989. – 352р.
2. Стеценко І.В. Технологія Петрі-об'єктного моделювання систем / І.В.Стеценко // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – Черкаси: ЧДТУ, 2011. - №4. – С.25-30.
3. Стеценко І.В. Програмне забезпечення візуальної розробки Петрі-об'єктних моделей систем / І.В.Стеценко, О.В.Василевська // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – Черкаси: ЧДТУ, 2013. - №2. – С.13-18.

АВТОМАТИЗАЦІЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ – СТРАТЕГІЧНИЙ НАПРЯМ РОЗВИТКУ ТЕХНІКИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ

В.В. Адамчук, В. Г. Мироненко

Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства», Україна

Подальший розвиток технічного забезпечення сільськогосподарського виробництва буде базуватися на створенні інтелектуальної техніки нового технологічного рівня. Її основна особливість полягає в цілеспрямованій автоматичній зміні режимів роботи робочих органів на основі оперативної інформації для досягнення оптимального фазового стану об'єкту, що обробляється.

Створення автоматизованих систем виконання технологічних процесів з керуванням впливом на якість їх виконання полягає в доданні до базової структури системи „людина – машина – поле” контуру оперативного керування робочим процесом (рис.1). Додатковий контур оперативного керування повинен виконувати наступні функції:

отримання поточної інформації про стан поля $I_{пн}(t)$, режими роботи робочого органу $I_{мн}(t)$ і у процесі виконання технологічної операції; формування з отриманої інформації значення показника якості; порівняння дійсного показника якості $I_{Aj}(t)$ з бажаним (розрахованим) і обчислення на цій основі відповідної управляючої дії $U_{Ti}(t)$, або сигналу оператору на зміну параметрів робочого органу (управляючого пристрою) $U_{oi}(t)$ для досягнення бажаного показника якості.

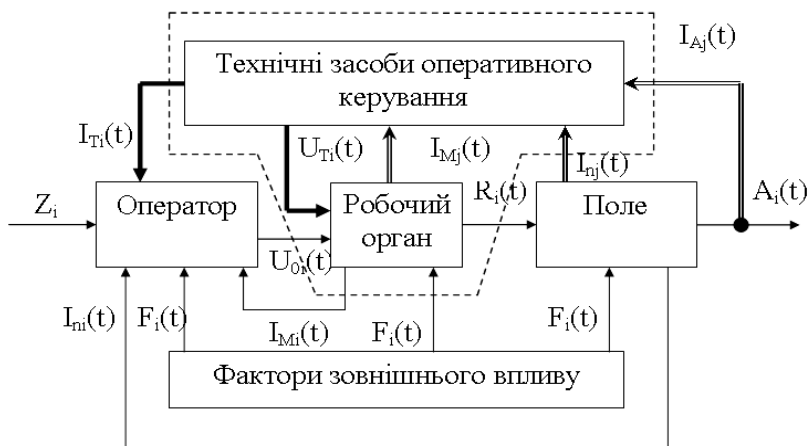


Рис.1. Модель системи „ людина – засоби оперативного керування - машина - поле” з керованою якістю роботи

Задача синтезу системи з керованою якістю виконання технологічного процесу полягає у визначенні алгоритму функціонування керуючого пристрою, тобто його структури і параметрів, при відомих рівняннях роботи базової системи і характеристиках вхідних сигналів. При цьому оптимальне керування слід шукати не у формі $U = U(t)$, а у формі $U = V(x)$, тобто оптимальне керування у кожний момент залежить від того у якій точці простору знаходиться в даний момент фазова точка об'єкту впливу [1,2]. Якщо, наприклад, мова йде про внесення оптимальної дози добрив, то при формуванні керуючої дії необхідно враховувати не лише ефективну дію даної норми добрив на відповідну культуру на тому чи іншому полі, але і динаміку забезпечення ґрунту цими поживними елементами на протязі певного часу кожної характерної ділянки цього поля.

Відносно показника якості, що піддається керуванню, узагальнений об'єкт управління (базова система) може бути описаний наступним рівнянням

$$y^{(n)} + \sum_{i=0}^{n-1} a_i(t)y^{(i)} = \sum_{j=0}^m b_j(t)x^{(j)}, \quad (1)$$

де x – керуюча дія; y – вихідна координата показника якості; $a_i(t)$, $b_j(t)$ – перемінні у часі коефіцієнти.

З позиції керування рівняння базової системи має наступний вид:

$$y^{(n)} + \sum_{i=0}^{n-1} [a_i(t) + c_i(t)]y^{(i)} = \sum_{j=0}^m [b_j(t) + c_{xj}(t)]x^{(j)}. \quad (2)$$

де $c_i(t)$, $c_{xj}(t)$ – перестроюванні коефіцієнти.

Рівняння еталонної моделі можна подати в наступному виді:

$$y_M^{(n)} + \sum_{i=0}^{n-1} d_i y_M^{(i)} = \sum_{j=0}^m b_{jM} x^{(j)}, \quad (3)$$

де d_i , b_{jM} – коефіцієнти рівняння моделі, що не залежать від часу.

Відхилення виходу базової системи і моделі

$$\varepsilon = y - y_M. \quad (4)$$

Після відповідних перетворень:

$$\varepsilon^{(n)} + \sum_{i=0}^{n-1} d_i \varepsilon^{(i)} = F + u \quad (5)$$

де

$$F = \left[\sum_{j=0}^m \Delta b_j(t) x^{(j)} - \sum_{i=0}^{n-1} \Delta a_i(t) y^{(i)} \right] \quad (6)$$

еквівалентне збурення, що діє на систему і викликає відхилення;

$$u = \left[\sum_{j=0}^m \Delta c_{xj}(t) x^{(j)} - \sum_{i=0}^{n-1} \Delta c_i(t) y^{(i)} \right] \quad (7)$$

еквівалентна дія керуючого пристрою.

Узагальнення результатів попередніх досліджень [3] із впливу різноманітних факторів на ефективність рослинництва дозволили визначити технологічні, технічні та організаційні критерії якісної роботи сільськогосподарських машин, вагомість впливу цих факторів на кінцевий результат – величину та якість зібраного урожаю, а також можливий рівень ефективності застосування відповідних технічних засобів автоматизації робочих процесів. Коефіцієнти вагомості впливу засобів автоматизації на ефективність роботи машини становлять: контроль технічного стану і робочих процесів машин - 0,22...0,73; водіння мобільних агрегатів - 0,08...0,32; керування робочими органами машин за раціональним алгоритмом - 0,37...0,51. Показники ефективності роботи автоматизованих дослідних зразків сільськогосподарських агрегатів - збільшення продуктивності праці – до 20%, зменшення витрат палива і технологічних матеріалів на 15-20%, економічний ефект – понад 150 грн./га без врахування суттєвого зменшення шкідливого антропогенного впливу техніки на навколишнє середовище.

Таким чином, подальше зростання ефективності механізації рослинництва пов'язане з підвищенням якості виконання технологічних процесів за рахунок оснащення машинно-тракторних агрегатів відповідними засобами автоматизації.

Література

1. Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Е.Ф. Математическая теория оптимальных процессов. М.: «Наука», 1983, - 392 с.
2. Яценко Ю.П. Интегральные модели системы с управляемой памятью.- Киев: Наукова думка, 1991, - 220с.
3. Адамчук В.В., Григорович О.І., Мироненко В.Г., Косик П.О. Перспективи розвитку механізованого рослинництва / В зб.: Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха: ННЦ „ІМЕСГ”. – 2013. – Вип.98, Т1. – С. 60-67.

INVENTORY MODEL WITH TWO LEVEL OF TRADE CREDIT IN ONE REPLENISHMENT CYCLE

O.Yegorova

Cherkasy State Technological University, Ukraine

Effective inventory management is one of the main issues for any trade company. The traditional economic order quantity model is widely used by decision maker as inventory control tool in real-world environmental. It was tacitly assumed that the buyer must pay for the items purchased as soon as the items are received. Sometimes retailer can't pay at the given period just for economic reasons and uses trade credit. Before the end of the trade credit period, the retailer can sell the goods, accumulate revenue, and earn interest.

Problem definition. Trade company, which temporarily does not have working capital, plans to replenish inventory by using of trade credit. Allowable purchasing costs of inventory range from E_{\min} to E_{\max} . The supplier offers the retailer a credit period of M -days. During this time, the retailer uses general revenue as investment resource with interest earned per monetary per unit time i_e . At the end of this period, the retailer pays off all units sold, keeping the rest for day-to-day expenses and starts paying for the interest charges on the unsold stock with the interest rate per monetary unit per unit time of i_p . Basic interest rate i_p would be lower to i_w from the date of N , if the retailer pays off all units sold during M to N .

Purchase orders are executed with constant intensity λ . Taking into account the overall dimension of unit of productions b, c, d , for holding inventory it is necessary warehouse with capacity W . Supply items lose their physical characteristics while they were kept stored in the inventory. Defective units may be found during products quality control. To ensure an adequate level of direct consumer service p_s , the maximum allowable number of defective items in the lot should not exceed u units. Inspector could incorrectly classify a non-defective item to be defective or incorrectly classify a defective item to be non-defective. Supplier is to rework (make up deficiency) or replace items with manufacturing imperfection. Production costs of defective items, which was obtained for settle a quality claims, does not include to the purchasing cost of the inventory lot and they will not be returned to the supplier. Other expenditures due to mistakes in incoming goods inspection now pay by the retailer.

Demand D is uniformly distributed on the interval between adjacent replenishment. Shortage is allowed. The items that are classification as de-

fective and those returned by the consumers are kept in stock and sold at the end of the operation cycle. It is supposed that the inflation rate per monetary per unit time will be τ percent.

It is necessary to determine the economic order quantity and length of operating cycle with the maximum revenue on sales.

The crisp inventory model. The inventory system evolves as follows: units of items arrive at the inventory system with replenishment rate λ per unit per unit time when the shortage level becomes I_b . From Figs. 1, one can see that $[0; t_1)$ is the time taken to fill the backorders with rate $((1-\beta)(1-a_1)+\beta \cdot a_2)\lambda - D$. During replenishment period $[t_1; t_2)$ inventory level is declining only due to the demand and deterioration with rate $((1-\beta)(1-a_1)+\beta \cdot a_2)\lambda - D - \gamma \cdot \theta \cdot I$, where θ – percentage of items deteriorated per unit time, γ – percentage of deteriorated items screened out from the inventory. As soon as inventory level of serviceable items becomes I_s supplier should default the settlement of claims and maximum serviceable inventory level I_m will be accumulated. After that, inventory level due to the demand and deterioration becomes zero over time interval $[t_3; t_4)$ and backordering period $[t_4; T)$ begins.

The inventory levels of serviceable items at time t over the five periods in a cycle are determined by following differential equations:

$$\frac{I(t)}{dt} = \begin{cases} ((1-\beta)(1-a_1)+\beta \cdot a_2)\lambda - D, & 0 \leq t < t_1, \\ ((1-\beta)(1-a_1)+\beta \cdot a_2)\lambda - D - \gamma \cdot \theta \cdot I, & t_1 \leq t < t_2, \\ ((1-\beta_r)(1-a_{r1})+\beta_r \cdot a_{r2})\lambda_r - D - \gamma \cdot \theta \cdot I, & t_2 \leq t < t_3, \\ -D - \gamma \cdot \theta \cdot I, & t_3 \leq t < t_4, \\ -\frac{D}{1+\delta(t-t_4)}, & t_4 \leq t < T \end{cases} \quad (1)$$

with the boundary conditions

$$I(0) = I_b, I(t_1) = 0, I(t_2) = I_s, I(t_3) = I_m, I(t_4) = 0, I(T) = I_b.$$

$$t_1 = \frac{I_b}{D - \lambda((1-\beta)(1-a_1)+\beta \cdot a_2)}, \quad (2)$$

$$t_2 = t_1 - \frac{1}{\gamma \cdot \theta} \ln \left(1 - \frac{\gamma \cdot \theta \cdot I_s}{((1-\beta)(1-a_1)+\beta \cdot a_2)\lambda - D} \right), \quad (3)$$

$$t_3 = t_2 - \frac{1}{\gamma \cdot \theta} \ln \left(\frac{I_m - \frac{1}{\gamma \cdot \theta} (((1-\beta_r)(1-a_{r1})+\beta_r \cdot a_{r2})\lambda_r - D)}{I_s - \frac{1}{\gamma \cdot \theta} (((1-\beta_r)(1-a_{r1})+\beta_r \cdot a_{r2})\lambda_r - D)} \right), \quad (4)$$

$$t_4 = t_3 - \frac{1}{\gamma \cdot \theta} \ln \left(\frac{D}{\gamma \cdot \theta \cdot I_m + D} \right), \quad (5)$$

$$T = t_4 + \frac{1}{\delta} \left(e^{\frac{-I_b \cdot \delta}{D}} - 1 \right). \quad (6)$$

where T – length of the cycle.

We may also deduce that economic order quantity is

$$Q = \lambda t_2. \quad (7)$$

Our aim is to maximize return on sale per unit time, which can be expressed as

$$ROS_i(I_b, I_m, I_s) = \frac{(R_s)_i - K - (P_c)_i - C_{si} - C_{rg} - C_h - C_d - C_s - C_{un} - C_{adi} - C_{rnd} - IP_i + IE_i}{(R_s)_i} \rightarrow \max$$

, $i = 1, 2, \dots, 14$ (8)

subject to the constraints

investment amount on total production cost cannot be infinity, it may have an upper and lower limits on the maximum investment

$$E_{\min} \leq P_C \leq E_{\max}, \quad (9)$$

warehouse space where the items are to be stored is limitation

$$b \cdot c \cdot d \cdot \lambda \cdot (t_1 + t_2) \leq W, \quad (10)$$

holding cost cannot be more than total production cost

$$C_h < P_C, \quad (11)$$

providing good service of the customers

$$P \left(a_2 \leq 1 - \frac{u+1}{\beta \cdot \lambda (t_1 + t_2)} \right) \leq p_s, \quad (12)$$

where R_s – sale revenue, K – the ordering cost, P_c – the purchase cost, C_{si} – the (inspection) screening cost, C_{rg} – the cost for return the rejection items to supplier, C_h – the inventory holding cost per cycle, C_d – the deterioration cost, C_s – the shortage cost per cycle due to backlog, C_{un} – the opportunity cost due to lost sale per cycle, C_{adi} – the cost of accepting a defective items, C_{rnd} – the cost of rejection a non-defective items, IP – interest paid, p_v – selling price per unit of good quality items, p_b – selling price per unit for defective items, p_c – purchasing cost per unit, c_{sc} – screening (inspection) cost per unit, c_r – the cost for return the rejection item to supplier per monetary per unit, h_s – holding cost of serviceable items per monetary per unit per unit time, h_r – holding cost of imperfect quality items per monetary per unit per unit time, c_{dg} – deterioration cost per

monetary per unit, c_{out} – penalty cost of selling deteriorated items to customer per monetary per unit, c_{sh} – unit shortage cost per monetary per unit per unit time, c_u – cost of lost sale per monetary per unit, c_{ad} – cost of accepting a defective item, c_{nd} – cost of rejection a non-defective items.

The inventory model can be solved with generic approaches. Here in order to solve the model, we choose one of heuristic algorithms inspired from evolution of nature such as Evolutionary Technologies of Directed Optimization [1].

References

1. Snytyuk V. E. Compositional overcoming uncertainty in nonlinear multivariable optimization problems [Text] / V. E. Snytyuk // Artificial Intelligence. – 2004. – №4. – С. 207–210.

УДК 004.942: 631.15

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА СОСТАВЛЕНИЯ ПЛАНА ВЫПОЛНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТ

І.В. Бальченко¹, В.В. Литвинов¹, В.І. Ходак²

¹Черниговский национальный технологический университет, Украина

²Институт проблем математических машин и систем НАНУ, Украина

В работе [1] авторами была предложена концепция построения автоматизированной системы управления сельскохозяйственным предприятием, а в [3] описана общая технология построения подсистемы планирования и состав ее задач. При алгоритмизации постановок задач следует учитывать факторы неполноты и большой объем первичной информации качественного характера. Поэтому наряду с тривиальными алгоритмами ведения баз данных [2], а также задачами линейной и нелинейной оптимизации рационально рассматривать задачи планирования расписаний при нечетких ограничениях, задачи нечеткого логического вывода, и другие.

Опишем обобщенную технологию формирования плана выполнения работ для поля.

С одной стороны, для включения работ в план могут использоваться данные о текущем состоянии агроэкосистемы, требуемые характеристики для фазы развития культуры, а также соответствующие прогнозные модели: агрофизического, химического состояния почвы, и физико-биологического состояния растения. Для построения моделей может быть использована методика предсказания, базирующаяся на эмпирических уравнениях. Такого рода зависимости могут быть установлены с помощью метода группового учета аргументов на основании статистических данных предыдущих

периодов. Обобщенный вид зависимости можно представить полиномом Колмогорова-Габора. Так, например, для определения агрофизического состояния почвы, в частности влажности почвы $y_w(t)$:

$$y_w(t) = a_0 + \sum_{i=1}^l a_i * x_i^l + \sum_{i,j=1}^l a_{ij} * x_i^l * x_j^l + \sum_{i,j,k=1}^l a_{ijk} * x_i^l * x_j^l * x_k^l + \sum_{i,j,k,l=1}^l a_{ijkl} * x_i^l * x_j^l * x_k^l * x_l^l + \dots (1)$$

где x_i^l , x_j^l , x_k^l , x_l^l – набор экспериментальных данных по начальному запасу продуктивной влаги, количеству осадков, потреблению влаги, температуре воздуха соответственно;

i, j, k, l – количество экспериментов.

Зная, оптимальный уровень показателей, обеспечивающих требуемые биофизические характеристики культуры на этом промежутке времени, можно определить время (t^*) проведения соответствующей работы.

С другой стороны, особенностью составления плана является нечеткость многих данных, таких как временные характеристики работ, состояние агроэкосистемы. Это связано с тем, что статистические методы не могут предоставить информацию для планирования с необходимой точностью, т.к. не учитывают индивидуальных особенностей полей. Экспертная оценка – наиболее подходящий метод описания временных характеристик процесса планирования и состояния агроэкосистемы. Нечёткие экспертные системы позволяют не только учитывать неопределенность, но и моделировать рассуждения, что с большим трудом поддается реализации в системах на классической логике.

В работе показана реализация одного из модулей экспертной системы для идентификации благоприятных условий для выполнения посева сахарной свеклы при помощи пакета Fuzzy Logic Toolbox вычислительной среды MATLAB.

Нечеткие лингвистические переменные определены с помощью трапециевидного закона изменения функции принадлежности на основании базы знаний о работе «посев» (таблица 1). Функции принадлежности являются нормальными (нормированными), принимающими значения в интервале от 0 до 1. Лингвистическая оценка значения каждой входной переменной производится с помощью трех термов, а выходной с помощью пяти термов.

Таблица 1. База знаний для работы «Посев»

Наименование параметра	Значение параметров		
	Низкая	Средняя	Высокая
Влажность почвы, %	40–50	60–70	80–90
	Низкая	Средняя	Высокая
Температура почвы, °С	2–4	5–7	8–9
	Низкая	Оптимальная	Высокая
Плотность почвы, г/см ³	0.6–0.9	1–1.3	1.4–1.7
	Низкая	Оптимальная	Высокая
Время выполнения (апрель)	Ранний	Нормальный	Поздний
	1–10	11–20	21–30

Причинно-следственные связи между значениями параметров и условиями выполнения посева формализуются в виде совокупности нечётких логических правил. Нечёткая база знаний, содержащая информацию о зависимости «состояние – условия выполнения посева» содержит лингвистические правила и формализуется в виде нечеткой импликации. Также по результатам нечёткого логического вывода получена поверхность «входы-выход», отображающая динамику условий выполнения посева. Выбор нечёткой модели типа Мамдани обусловлен тем, что правила базы знаний являются прозрачными и интуитивно понятными, тогда как для моделей типа Сугэно не всегда ясно какие линейные зависимости «входы – выход» необходимо использовать и как их получить.

Преимущества проектирования модели экспертной системы на основе нечеткой логики заключаются в следующем: поддержка разработки быстрого прототипа экспертной системы с последующим усложнением функциональности; нечеткая логическая модель более понятна для плановика (диспетчера), чем аналогичная математическая модель на основе уравнений; метод нечетких множеств позволяет включать в анализ качественные переменные, оперировать нечеткими входными данными и лингвистическими критериями; нечеткие модели оказываются более простыми для реализации по сравнению с классическими алгоритмами управления техническими системами.

Литература

1. Бальченко І.В., Литвинов В.В., Клименко В.П. Особливості побудови автоматизованої системи управління сільськогосподарським підприємством // Математичні машини і системи. – 2013. – № 4. – С. 82 – 94.
2. Бальченко І.В., Литвинов В.В., Клименко В.П.. Особливості інформаційних технологій управління сільськогосподарським підприємством // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. – Чернігів: Черніг. держ. технол. ун-т, 2013. – №3 (67) – С. 211- 219.
3. Balchenko Iryna, Lytvynov Vitaliy, Shulga Maria. FEATURES OF PLANNING TECHNOLOGIES IN COMPUTER-AIDED MANAGEMENT SYSTEMS OF AN AGRICULTURAL ENTERPRISE // International Journal "Information Models and Analyses" – ITHEA, 2014. – Volume 3, Number 3. – P. 263-270.

МОДИФІКАЦІЯ МЕТОДУ ВИДІЛЕННЯ КОНТУРІВ У ЗАДАЧАХ ВІЗУАЛЬНОЇ ЕКСПРЕС-ДІАГНОСТИКИ

В. В. Грабовський

Інститут проблем математичних машин та систем НАНУ, Україна

Для контролю якості продукції використовується технічна діагностика, яка передбачає оцінку технічного стану об'єкта на основі діагностичної інформації. Якщо така оцінка відбувається вже в процесі виготовлення продукції, то такий вид діагностики називається експрес-діагностикою.

Для здійснення експрес-діагностики в процесах зварювання, де потрібно контролювати якість зварних з'єднань, пропонується використовувати методи комп'ютерного зору. Для виділення таких недоліків технологічного процесу як непровари, несплавлення, увігнутості та опуклості кореня шва та ін. [1], потрібно отримати контури технологічно значимих артефактів на зображенні зварюваного виробу. Для цього пропонується використовувати оператор (метод) Собеля [2].

Метод Собеля дає непогані [3] результати, але не невичерпні, оскільки після обробки на зображенні залишається шум, а також розриви між знайденими контурами. Ці фактори можуть бути критичними для ефективності діагностики і тому постає питання мінімізації їхнього впливу на результат роботи методу заради кращого виділення діагностичних параметрів. Для нівелювання шуму пропонується виконувати бінарізацію зображення. Але постає проблема вибору порогу бінарізації. На цей час не вироблено єдиної думки щодо оптимального принципу. Існуючі рекомендації використовувати рівень 80 відсотків від сумарної яскравості зображення [4] не гарантують досконалий результат, тому висувається альтернативна пропозиція встановлювати коефіцієнт бінарізації за середньою яскравістю вихідного зображення після обробки оператором Собеля.

Для вирішення проблеми усунення розривів між знайденими контурами пропонується використати фільтри dilation або erosion [5]. Перший фільтр робить лінії контурів умовно жирними, а другий – тоншими. Вибір конкретного фільтра залежить від оцінки властивостей зображення.

Впровадження висунутих ідей дозволить отримати модифікацію застосування методу Собеля, яка в умовах експрес-діагностики процесів зі значною динамікою надасть можливість підвищити якість виділення ознак для оцінки стану об'єкту.

Література

1. Контроль качества сварных соединений и швов [Электронный документ] / Програмное обеспечение для анализа изображений // Altami software. – Режим доступа: http://altamisoft.ru/article/welding_joints_quality_control/
2. Sobel operator [Электронный документ]. – Режим доступа: http://en.wikipedia.org/wiki/Sobel_operator/
3. Эль-Хатиб С.А. Сравнительный анализ алгоритмов выделения контуров медицинских изображений [Электронный документ] / С.А. Эль-Хатиб, Ю.А. Скобцов. – Режим доступа: http://masters.donntu.edu.ua/2011/fknt/el_khatib/library/my_article1.htm
4. Прэрт У. Цифровая обработка изображений : в 2 кн. / Прэрт У. – М.: Мир, 1982. – Кн. 1. – 311 с.
5. Szeliski R. Computer Vision: Algorithms and Applications / Richard Szeliski. – Springer-Verlag London Limited, 2011. – 957 p.

УДК 681.3

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ПОБУДОВИ КРЕСЛЕННЯ ПРИ ВИВЧЕННІ САПР

Г.А. Гайна, Н.С. Золотова

Київський національний університет будівництва та архітектури, Україна

Використання САПР для моделювання об'єктів реального світу автоматизує працю інженерів, а також значно розширює можливості використання креслень, які тепер можуть являти собою повноцінну інформаційну модель різноманітних об'єктів.

Питання визначення критеріїв та оцінки якості такого креслення при вивченні САПР розглядається у даній роботі.

Системи автоматизованого проектування (САПР) завжди працюють з т. зв. цифровою моделлю креслення. Під цифровою моделлю креслення розуміється сукупність множин просторової, атрибутивної, семантичної, параметричної інформації і класу операцій перетворення над цими множинами [2].

Також цифрову модель креслення можна назвати своєрідною графічною базою даних, оскільки воно повністю відповідає визначенню БД і вимогам до неї: є набором логічно пов'язаних між собою даних (і опис цих даних), призначеним для задоволення інформаційних потреб користувача [3]. У такому випадку графічна САПР, яка оперує кресленнями, може розглядатися як система управління такими базами даних, оскільки вона відповідає за фізичне розміщення даних та їх описів, пошук даних, оновлення і поповнення баз даних, захист від несанкціонованого доступу, підтримку цілісності даних.

Характерною особливістю подібних БД є так звані «довгі» транзакції – такі, що можуть продовжуватися не прогнозує мий

проміжок часу. Така ситуація складається тому, що в процесі роботи транзакції (виконання певної операції над кресленням) на певному етапі очікується підтвердження транзакції від користувача системи.

Особливістю процесу створення креслення з використанням САПР є те, що він являється нечітким і багатофакторним. У більшості випадків він емпіричний, тобто спирається на попередньо здобутий досвід інженера.

Доцільним буде при оцінюванні якості креслення розглядати не лише його графічну складову, але і внутрішню логіку його побудови, оскільки саме правильна логіка дозволяє:

оптимізувати роботу інженера над кресленням;
у подальшому використовувати креслення як джерело даних для розрахункових, технологічних, кошторисних та інших інформаційних систем.

Виходячи з того, що креслення, виконане за допомогою САПР, слід оцінювати як на фізичному, так і на логічному рівні, можна сформулювати для нього два глобальних набори критеріїв: візуальні (відповідність вимогам ЄСКД) та критерії внутрішньої структури (внутрішні ієрархічні залежності, параметризація тощо).

При оцінюванні креслення в САПР застосовуються як кількісні (наприклад, кількість помилок при простановці розмірів), так і якісні критерії (наприклад, використання бібліотечних елементів, ступінь автоматизації роботи), оцінити які набагато складніше, тому що природа їх різноманітна і прямо залежить від формулювання вимог до креслення, від поточної задачі, поставленої перед виконавцем.

Дані вимоги можуть бути абсолютно різними. Якщо перед виконавцем поставлено задачу здобути базові знання про САПР і навчитись створювати найпростіші креслення за допомогою графічних примітивів, то зовсім недоцільно буде оцінювати таке креслення з точки зору правильності його внутрішньої структуризації. Але якщо мова йде вже про створення складних, проблемно-орієнтованих креслень, що являють собою певну інформаційну модель, то до них слід застосовувати саме такі критерії.

У даному дослідженні питання оцінювання якості креслень розглядається з точки зору побудови автоматизованої навчальної системи з набором дискретних сценаріїв (патернів) навчання.

Оцінювати способи побудови, підходи до роботи над учбовим кресленням можна, виходячи з набору деяких учбових цілей, які поставлені перед інженером. Для кожної особи, що навчається за допомогою адаптивної АНС такий набір Z може бути різним, він може варіюватися залежно від рівня початкової підготовки та кінцевої мети навчання (див. рис.1).

У системі заздалегідь закладено певні набори учбових цілей, що відповідають скінченному набору моделей користувачів (осіб, що навчаються), та критерії їх досягнення.

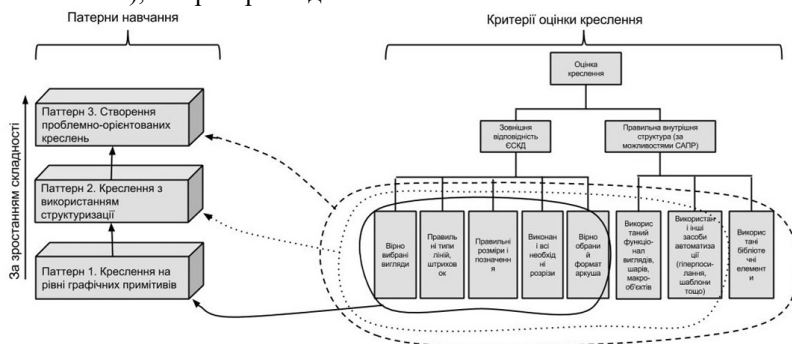


Рис.1. Залежність набору критеріїв оцінки від обраного патерну навчання

Однією з головних складностей при оцінюванні креслень є те, що експерту доводиться оцінювати не тільки кількісні, але і якісні фактори, рівень яких неможливо точно визначити. Наприклад, раціональність способу побудови креслення, ступінь використання засобів автоматизації. Цю частину інформації, що не піддається кількісному вимірюванню, необхідно представити у вигляді непрямих оцінок.

В залежності від того, за якою шкалою задано переваги, експертні оцінки утримують в собі більший чи менший об'єм інформації і мають різну придатність для математичної формалізації.

В свою чергу якісні критерії підлягають подальшій деталізації і дослідженню. Наприклад, використання структуризації креслень допомагає додаткового вивчення ступеня цієї структуризації (кількість та доцільність використання шарів, виглядів, блоків, компонок). Використання бібліотечних елементів вимагає додаткової оцінки їх найбільш ефективного застосування.

У роботі докладно розглянуті проблеми та особливості оцінювання креслень, створених за допомогою систем автоматизованого проектування, визначено відмінності даного типу креслень від тих, що створювались раніше, вручну. Запропонований список критеріїв, за якими можуть оцінюватися такі креслення, розглянуто різні типи шкал оцінки у контексті їх придатності саме для оцінювання креслень.

Література

1. Войт Н.Н. Разработка методов и средств адаптивного управления процессом обучения в автоматизированном проектировании (Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук). - Ульяновск, 2009.

2. Геоинформационные технологии: учеб. пособие / И.А. Соколов, А.И. Мартыненко, О.В. Тагунова. - М. : [б. и.], 2005. - 74 с.
3. Хорафас Д., Легг С. Конструкторские базы данных./ Пер. С англ. Д. Ф. Миронова. - М.: Машиностроение. 1990. - 224 с.: ил.
4. Атанов Г. О. Знання як засіб навчання: навч. посібник. – К.:Кондор, 2008. – 236 с.

УДК 300:51+519.86

НЕЛІНЕАРИЗАЦІЯ АЛГОРИТМА ЛОГІСТИЧНОГО ВІДОБРАЖЕННЯ

Ю.В. Коляда, Ю.В. Ліпанова

*Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана,
Україна*

Ортодоксальна рекурентна послідовність $x_{n+1} = \lambda x_n(1 - x_n)$ (1) - дискретне логістичне відображення значно використовується у моделюванні економіки, математичній біології, екології тощо. Стосовно алгоритму (1) відома досить повна інформація [1, с.303], тобто поведінка розв'язків рівняння (1) залежно від коефіцієнта $0 < \lambda \leq 4$. У цій же монографії на с.298 зазначається: «розв'язки (отримані в результаті аналізу рекурентного логістичного рівняння (1)) мають настільки різномірний характер, що дозволяють описувати майже усі еволюції, які зустрічаються в оточуючому нас світі.»

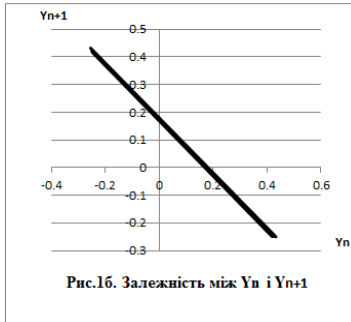
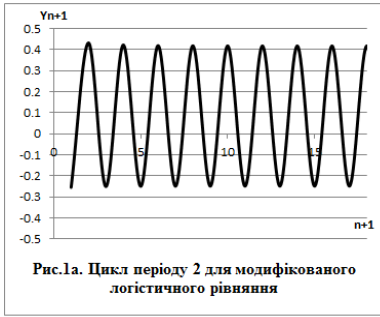
Якщо в наукових дослідженнях спостерігається лінеаризація нелінійних проблем, то нижче навпаки – повідомляється про нелінеаризацію (нелінійну модифікацію) алгоритму (1). Вона має вигляд $x_{n+1} = \lambda(e^{x_n(1-x_n)} - 1)$ (2).

Вперше експоненціальна модифікація ітеративного процесу розглядалась в працях [2,3] у випадках числового методу дотичних для розв'язання системи нелінійних і трансцендентних рівнянь – математичної моделі статичного режиму багатьох об'єктів різної природи походження.

На рис.1-8 приводяться результати обчислювального експерименту на підґрунті нелінійного ітеративного процесу (2).

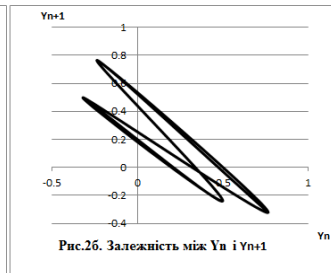
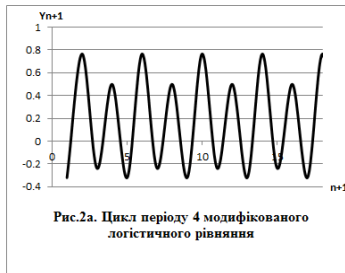
У випадку алгоритму (1) для $0 < \lambda \leq 1$ існує нульова нерухома точка, але збіжність до неї має коливний характер при $\lambda \in [0,4;1]$.

Для $\lambda \in [1,1;1,35]$ спостерігається цикл періоду 2 (рис.1а) і його двофазовий портрет (рис.1б).

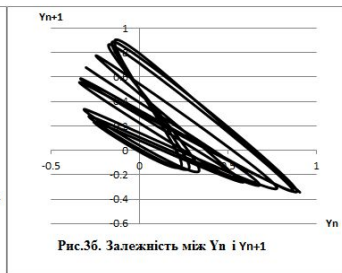
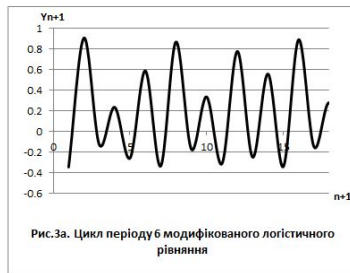


Для рис.2-8 відображено більш різноманітну поведінку ітеративної послідовності (2), ніж у випадку ортодоксального алгоритму (1).

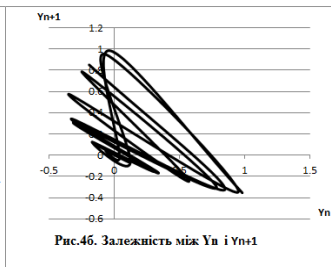
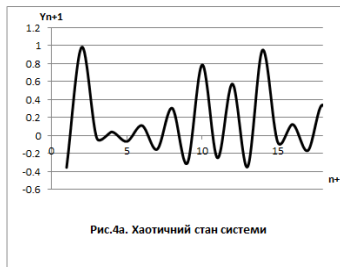
λ	1.45
$ y_n $	0.5



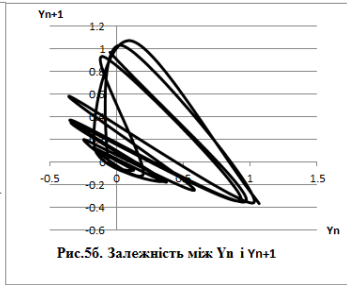
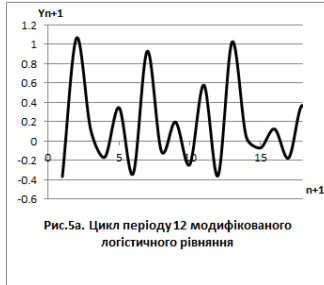
λ	1.55
$ y_n $	0.5



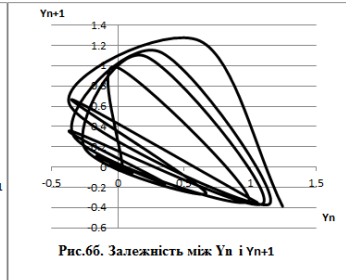
λ	1.6
$ y_n $	0.5



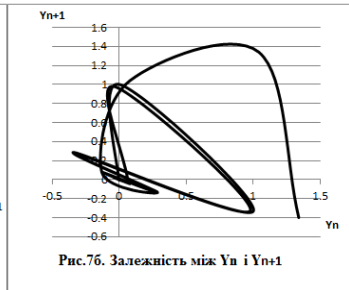
λ	1.65
y_n	0.5



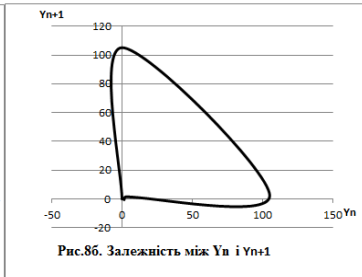
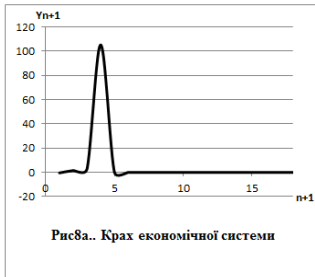
λ	1.75
y_n	0.5



λ	1.8
y_n	0.5



λ	1.9
y_n	0.5



Розмаїття сценаріїв поведінки алгоритму (2) не залежить від вибору початкового наближення, тобто якісно воно зберігається, відмінності – у чисельних значеннях амплітуд. Правда, має місце зсув числових значень коефіцієнта λ , коли настає відповідний сценарій.

Висновок. Як видно, досить різноманітні цикли ділової активності настають раніше, ніж у випадку використання класичного алгоритму (1). Також раніше з'являється динамічний хаос.

Нелінійний алгоритм (2) доцільно застосовувати, досліджуючи сильно нерівноважні системи, до числа яких відноситься економіка.

Література

1. Бобровски Д. Введение в теорию динамических систем с дискретным временем// Пер. с польск. – М. – Ижевск:НИЦ «Регулярная и хаотичная динамика»; Ин-т компьютерных исследований, 2000. – 360с.
2. Боровська Т.Т., Коляда Ю.В. Щодо однієї модифікації методу дотичних// Доповіді АН УРСР. Серія А. – 1973 - №7. – с.579-582
3. Коляда Ю.В., Сигорський В.П. Экспоненциальная модификация модели Ньютона// Автоматизация проектирования в электронике. – К.: Техника, 1976. – Вып.13. – с.73-79.

УДК 330.115+519.89

ДИНАМІКА ОБСЯГУ ТІНЬОВОЇ ЕКОНОМІКИ СУСПІЛЬСТВА ПІД ВПЛИВОМ ВЛАДНИХ РІШЕНЬ

Ю.В. Коляда, К.А. Семашко

ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана», Україна

Вивчення механізму співіснування легальної (ЛЕ) і тіньової (ТЕ) економіки суспільства за допомогою площинних динамічних моделей [1] замало. Доцільно до економіко-математичної моделі (ЕММ) долучати третє рівняння, яке певним чином урахувало б владні рішення (так званий адміністративний ресурс або урахування ознак людиновимірності економіки).

Скориставшись правилами [2] побудови рівнянь, що описують динамічну поведінку економічної системи, концептуальна ЕММ набуває вигляду:

$$\begin{cases} \dot{x}_1^i = a + b x_1 + c x_1 x_2; \\ \dot{x}_2^i = -d x_2 - e x_1 x_2 x_3; \\ \dot{x}_3^i = -h x_3 + R, \end{cases} \quad (1)$$

де змінні $x_i = x_i(t)$, ($i = 1, 2, 3$) відповідають обсягам ЛЕ і ТЕ, причому x_3 кількісно оцінює ефективність адміністративних рішень, тобто менеджменту; стала $a > 0$ відображає той факт, що економіка (ефективна або недоцільна) завжди існує; константа R є кількісна міра боротьби влади з ТЕ суспільства; коефіцієнти b, c, d, e, h - скаляри (дійсні числа); незалежна змінна час t , причому $t \in [0; t^*]$ відповідає горизонту моделювання; $\dot{x}_i^i = \frac{dx_i}{dt}$ перша похідна змінних - швидкості

змінюваності обсягів ЛЕ і ТЕ з плином часу під впливом владних рішень.

Перші два доданки першого рівняння динамічної ЕММ (1) відображають невідпорний факт автономного існування економіки (завжди $a > 0$; $b > 0$ для періоду підйому економіки і $b < 0$ для рецесії); коефіцієнтом $c \in (0; 1)$ визначається ступінь взаємодії змінних x_1 і x_2 (ефективність управлінських рішень).

Перший доданок другого рівняння динамічної моделі (1) засвідчує, що ТЕ, паразитуючи на тілі офіційної економіки, не може існувати самостійно, тому $d < 0$; доданок $e x_1 x_2 x_3$ відображає ступінь взаємного впливу білінійної взаємодії змінних, причому коефіцієнт e від'ємний або додатний залежно від підйому чи рецесії економіки.

Аналогічно вищенаведеним міркуванням встановлюються нерівність $h < 0$; числовими значеннями доданка R відображається дієвість економічних рішень влади. Слід зауважити, що другий доданок третього рівняння ЕММ (1) може бути деякою функцією.

Таким чином, концептуально ЕММ (1) відображає прагнення владної структури боротися з явищем ТЕ суспільства.

Для здійснення багатоваріантного моделювання (так званого обчислювального експерименту в економіці) перейдемо від концептуальної ЕММ (1) до комп'ютерної моделі – безрозмірної динамічної математичної моделі.

Здійснюючи заміну змінних: $d\tau = b a t$; $x_1 = u(\tau)$; $x_2 = \frac{d}{c} v(\tau)$; $x_3 = \frac{b}{e} w(\tau)$, де τ – нова незалежна змінна, отримуємо безрозмірну динамічну модель:

$$\begin{aligned} \dot{u} &= p + u + q u v; \\ \dot{v} &= -q v - u v w; \end{aligned} \quad (2)$$

$$\dot{w} = -h w + R,$$

$$\text{де } p = \frac{a}{b}; f = \frac{d}{e}; q = \frac{d}{b}; h = \frac{h}{b}; R = R \frac{e}{b^2}.$$

На Рис. 1-2 графічно відтворено результати моделювання впливу владних рішень на динаміку обсягів ЛЕ і ТЕ, причому рисунок а) показує розвиток подій з плином часу $Z^{(1)}$ – інтегральні криві; рисунок б)-в) описують взаємозалежності між чинниками економіки – фазові портрети в координатах «владні рішення $Z^{(4)}$ – обсяг $Z^{(2)}$ ЛЕ і $Z^{(4)}$ – обсяг $Z^{(3)}$ ТЕ» та « $Z^{(3)}$ – $Z^{(2)}$ ».

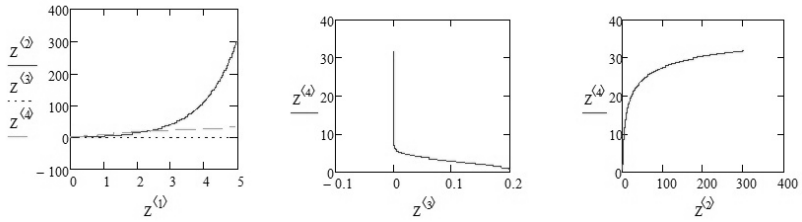


Рис. 1а) інтегральні криві для $R = 10$ б) фазовий портрет $z^{(4)} - z^{(3)}$ в) владні рішення $z^{(4)}$ – обсяг $z^{(2)}$

Зауважимо, що режим загострення для змінної $z^{(2)}$ настає для $z^{(4)} \approx 30$.

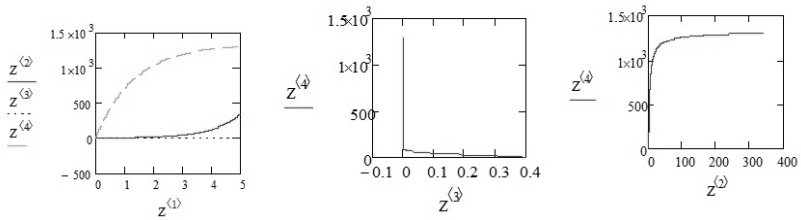


Рис. 2 а) інтегральні криві для $R = 1000$ б) фазовий портрет в) режим зростання настає для $z^{(4)} \approx 1150$

Комп'ютерне моделювання на підґрунті динамічної моделі (2) здійснювалось, використовуючи MathCad (програму Radau числового інтегрування системи жорстких звичайних диференціальних рівнянь на інтервалі $t \in [0; 5]$ для числа $n=2000$ точок його розбиття).

Сценарії розвитку економічних подій якісно відображують вплив адміністративного ресурсу на функціонування економічної системи, де спостерігається незначне збільшення обсягу ТЕ, що відповідає сподіванням суспільства. Разом з цим, пильно придивившись до фазових портретів в), приходимо до відомого твердження: надмірна централізація влади (значний командно-адміністративний ресурс) не сприяє піднесенню економіки.

Література

1. Коляда Ю.В., Семашко К.А “ Адаптивне якісне і кількісне моделювання обсягів тіншової економіки суспільства”// Економічний аналіз : зб. наук. праць/ Тернопільський національний економічний університет– Тернопіль : Видавничо-поліграфічний центр Тернопільського національного економічного університету “Економічна думка”, 2012. – Вип. 11. –Частина 3. – 396 с. – ISSN 1993 0259. – ISSN 2219-4649. С.268-274.

УДК 004,942:62-523.8

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СТАНДАРТІВ IDEF0 ДЛЯ АНАЛІЗУ ПРОЦЕСІВ БЕЗПЕКИ

В.В.Бегун, В.Ф. Гречанінов

Інститут проблем математичних машин і систем НАН України

Технології стандартів IDEF0 (Integration Definition for Function Modeling) широко використовується для аналізу й подальшої інформатизації бізнес-процесів [1]. Ці технології засновані на методології SADT (Structured Analysis and Design Technique, технології структурного аналізу і проектування) – графічна інтерпретація й підхід до опису систем. При графічному уявленні процесів стають наглядними й очевидними потоки інформації, яка характерна процесам, що надає можливість подальшої інформатизації розглянутих процесів. В сфері безпеки об'єктів підвищеної небезпеки (ОПН) така технологія раніше не застосовувалася, можливо, з причин недостатньої уваги до цих процесів. Автори ставлять завдання аналізу теоретичного складу систем комп'ютерної підтримки прийняття рішень при виникненні аварійної ситуації, можливої мінімальної структури таких систем та методами імовірнісного структурно-логічного моделювання оцінюють імовірності прийняття адекватних рішень в людино-машинній системі.

Схему процесів щодо інформаційних потоків прийняття рішень персоналу ОПН при виникненні позаштатної ситуації, що існує, представлено в стандарті IDEF0 [1] на рис. 1,



Рис. 1. Модель процесу прийняття рішень щодо НС (як є нині)

Як бачимо (рис.1), процес припинення позаштатної ситуації в сучасних алгоритмах має відносно випадковий характер, успіх дій залежить від компетентності оператора, наявності письмових процедур (посадова інструкція або план ліквідації аварійних станів (ПЛІАС), їх правильності, наявності резерву часу на аналіз аварійної ситуації та прийняття рішення, інших факторів та обставин. З досвіду відомо що підсумкова імовірність припинення небезпечних процесів не перевищує 30% [2,4]. Тобто частіше, при відсутності інформаційних систем, небезпечна ситуація при її виникненні переростає у надзвичайну (НС). Це змусило інженерів шукати шляхи автоматизації процесів захисту небезпечних об'єктів, створювати автоматизовані системи захисту, які з розвитком техніки стали інформаційними. На основі попереднього аналізу інформаційних процесів ОПН, АЕС тощо, можна зробити висновки стосовно автоматизації процесів прийняття рішень щодо безпеки з використанням інформаційних систем. Мають бути обов'язкові елементи (підсистеми) складних систем ОПН:

1. Інформаційна система моніторингу поточного стану об'єкту (технологічні параметри).
2. Системи безпеки, локальні системи захисту.
3. Системи розпізнавання НС.
4. Системи оповіщення про аварійний стан.
5. Системи автоматичного припинення (зупинки) аварійних процесів.
6. Системи локалізації аварійних станів і аварій.
7. Системи моніторингу стану обладнання.
8. Інші (системи живлення, системи зв'язку, система періодичної оцінки рівня ризику, ідентифікації ризиків).

Усі підсистеми повинні мати дублюючі контури, резервне електропостачання тощо. Для ОПН усі перераховані підсистеми мають оцінки надійності та імовірнісні аналізи безпеки, в яких враховується також і надійність персоналу шляхом моделювання ймовірностей помилок під час виконання функцій безпеки. При застосуванні сучасних інформаційних технологій та автоматичних систем моніторингу і прогнозування НС, системи автоматичного захисту тощо, модель прийняття рішень за технологією стандартів IDEF0, має такий вид (рис. 2):

Якщо позаштатна ситуація розпізнається за допомогою інформаційних систем (рис. 2), імовірність переходу системи у регламентний стан дуже висока, фактично це буде імовірність відмови високонадійних систем аварійного захисту $P \sim 10E-3$, навіть якщо оператор допустить помилку. Оператор в цьому випадку дублює автоматичні системи. Ймовірність помилки оператора в такому випадку не перевищує $P \sim 10E-2$, в підсумку, отримуємо імовірність

переходу аварійної ситуації в аварію (неправильно прийнятого рішення) $P \sim 10E-5$ [4].



Рис.2. Модель процесу прийняття рішень з інформаційною системою (пропонується)

Ще більше значення інформаційних систем у процесах запобігання НС. Відомо [3], що запобігання НС стає головною задачею адміністративних органів усіх гілок влади.

Авторами створена імовірнісна структурно-логічна модель відмови (збою) процесу управління безпекою на основі типової структури такої інформаційної системи та виконані розрахунки (максимальні оцінки ймовірності) за методологією імовірнісного аналізу безпеки (ІАВ) [5] з використанням програмного коду SAPHIRE. Як показує розрахунок, ймовірність збою сучасних систем є дуже малою величиною: $P = 2.197E-005$, а розрахункове значення важливості інтелектуальної системи розпізнавання НС (поз. 3) має навіть більшу важливість, ніж системи аварійного захисту (поз. 5) та системи моніторингу (поз. 1).

Таким чином, застосування стандартів IDEF0 для аналізу процесів прийняття рішень у сфері безпеки дало можливість дійти висновків про велику важливість сучасних інформаційних систем в процесах прийняття рішень на ОПН під час виникнення аварійних ситуацій. Особливо важливими є процеси розпізнавання аварійних ситуацій та запобігання ризиків.

Література

1. РД IDEF 0 - 2000: Методологія функціонального моделювання IDEF0. Руководящий документ. \ ИПК. Издательство стандартов, 2000., с. 75 \ - режим електронного доступу: <http://www.businessstudio.com.ua/downloads/files/idef0rus.pdf>

2. Бегун В.В. «Избыточные» силы и средства при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: актуальная проблема. ІПМЕ НАН України / В.В. Бегун, С.В. Бегун, Ю.Н. Скалецкий // Моделювання та інформаційні технології. – 2009. – Вип. 53. – С. 37 – 48.
3. Постанова Кабміну від 9 січня 2014 р. № 11, Київ. «Про затвердження Положення про єдину державну систему цивільного захисту».
4. David I. Gertman, Harold S. Blakman. Human Reliability And Safety Analysis Data Handbook. New York, 1995. – 448 с.
5. Вероятностный анализ безопасности атомных станций / В.В. Бегун, О.В. Горбунов, И.Н. Каденко [и др.]. – К.: Випол, 2000. – 558 с.

УДК 66.05

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВОРОНКООБРАЗОВАНИЯ НА СВОБОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В АППАРАТАХ С БЫСТРОХОДНЫМИ МЕШАЛКАМИ

Д. И. Чиркун, Д. Г. Калишук, А. Э. Левданский

Белорусский государственный технологический университет, Беларусь

Аппараты с перемешивающими устройствами находят широкое применение в различных отраслях промышленности. При перемешивании быстроходными мешалками объем жидкости в аппарате приобретает вращательное движение, из-за чего на свободной поверхности может образовываться воронка. Как правило, это нежелательно, так как снижается рабочий объем аппарата, возможно расслоение фаз в суспензии, наблюдается неустойчивая работа мешалки.

Однако существуют технологии, где стабильная воронка на свободной поверхности жидкости при перемешивании необходима. Например, при производстве сульфата магния путем сернистого разложения доломита. Эта реакция протекает в аппарате с мешалкой при перемешивании суспензии на поверхности раздела фаз. Воронка увеличивает площадь контакта фаз и, тем самым, производительность процесса.

Окружные скоростипотоков жидкости в аппаратах с мешалкой и, следовательно, возможность возникновения стабильной воронки, зависят от характеристик перемешиваемой среды, таких как плотность и динамическая вязкость, а также от режимных и конструктивных параметров аппарата и мешалки. В научно-технической литературе представлены зависимости для расчета воронки на свободной поверхности аппарата с мешалкой [1–3]. Однако теоретические и полуэмпирические зависимости зачастую имеют существенное расхождение друг с другом и с результатами проведенных нами экспериментов в промышленном реакторе при перемешивании суспензии.

Задача расчета глубины и формы воронки заключается в интегрировании по радиусу реактора отношения центробежного нормального ускорения, действующего на вращающуюся жидкость, к ускорению свободного падения. Следовательно, для достоверного определения формы и глубины воронки на свободной поверхности необходимо знать распределение окружных скоростей жидкости или суспензии в аппарате. В качестве расчетной была принята известная двузонная модель распределения окружных скоростей в гладкостенных аппаратах [1]. Согласно принятой модели, в первой зоне, очерченной концами лопастей мешалки, жидкость движется с такими же окружными скоростями, как и лопасти. Во второй зоне окружная скорость экспоненциально снижается и приближается к нулю в пристеночной области. На основании принятой модели распределения окружных скоростей были получены теоретические зависимости для определения глубины воронки в гладкостенных аппаратах при различных вариантах исполнения мешалок и физических параметров перемешиваемой среды.

Полученные теоретические зависимости были апробированы экспериментально на промышленном реакторе. Результаты сопоставления расчетных значений глубины воронки и экспериментальных данных на чистых жидкостях имеют хорошую сходимость, в пределах 10–15%, что подтвердило достоверность полученных зависимостей для расчета глубины воронки в аппаратах с быстроходными мешалками. При наличии в жидкости твердой фазы погрешность теоретических зависимостей практически линейно возрастает с увеличением массовой доли твердых частиц. Вращение суспензии отжимает твердую фазу к стенкам реактора, в результате этого динамическая вязкость, от которой зависит распределение окружных скоростей, становится непостоянной по радиусу аппарата и теоретический расчет теряет достоверность.

На основании экспериментальных данных в теоретические зависимости были введены поправочные коэффициенты, позволяющие учесть массовое содержание твердой фазы в суспензии. Так как провести экспериментальные исследования для всех видов суспензий не представляется возможным, задача расчета глубины воронки при перемешивании суспензий была решена методами численного моделирования. Общие результаты численного моделирования показали, что глубина воронки на свободной поверхности уменьшается с увеличением массовой доли твердой фазы при прочих подобных параметрах. Крупность твердой фазы в суспензии оказывает незначительное влияние на формирование воронки.

В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований получены зависимости для расчета глубины воронки в

гладкостенных аппаратах при перемешивании чистых жидкостей, определены опытным путем и на основании численного моделирования поправочные коэффициенты в теоретические зависимости при перемешивании суспензий.

Литература

1. Васильцов Э. А., Ушаков В. Г. Аппараты для перемешивания жидких сред: справочное пособие. – Л.: Машиностроение, 1979. – 272 с.
2. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: Учебник для ВУЗов / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов и др.: Под ред. В. Г. Айнштейна. М.: Химия, 1999. – 888 с.
3. Романков П. Г., Фролов В. Ф. и др. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи). – СПб: Химия, 1993. – 496 с.

УДК 519.85

МЕТОД ТОЧНОЙ КВАДРАТИЧНОЙ РЕГУЛЯРИЗАЦИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НАИБОЛЕЕ ПЛОТНОЙ УПАКОВКИ ШАРОВ

А.И. Косолап

Украинский государственный химико-технологический университет, Украина

Задачи наиболее плотной упаковки шаров возникают во многих приложениях [1]. Несмотря на простую формулировку таких задач, их численное решение является достаточно сложным. Это связано с тем, что такие задачи многоэкстремальные. До настоящего времени не доказана гипотеза Кеплера о наиболее плотной упаковке трехмерного пространства шарами единичного радиуса. Существуют задачи о наиболее плотной упаковке шарами квадрата или куба. Их решение сводится к нахождению

$$\min\{z \mid \|x^i - x^j\|^2 \geq 4, \forall i \neq j, 1 \leq i \leq z-1\},$$

где z – сторона гиперкуба, а x^i – центры шаров.

В теории связи возникает задача нахождения максимального контактного числа k – количества шаров единичного радиуса, которые касаются единичной сферы. Задача максимального контактного числа решена для размерностей пространства $n = 2, 3, 4, 8, 24$. Для других размерностей найдены только оценки. Известно, что контактное число k для размерности пространства $n = 5$ удовлетворяет условию $40 \leq k \leq 45$. Таким образом, 5- мерную единичную сферу можно окружить 40 единичными шарами и ее невозможно окружить 45 единичными шарами. Можно ли окружить единичную сферу 41, 42, 43, 44 числом шаров неизвестно.

Постановка задачи нахождения контактного числа следующая. Необходимо найти координаты центров шаров x^i , которые касаются единичной сферы $\{x \mid \|x\|^2 = 1\}$. Это равносильно решению задачи

$$\begin{aligned} \|x^i\|^2 &= 4, i=1, \dots, k, \\ \|x^i - x^j\|^2 &\geq 4, \forall i \neq j, \end{aligned} \quad (1)$$

где k – количество шаров. Преобразуем задачу (1) к оптимизационной

$$\min \left\{ \sum_{i=1}^k (\|x^i\|^2 - 4)^2 \mid \|x^i - x^j\|^2 \geq 4, \forall i \neq j \right\}. \quad (2)$$

Очевидно, что если все шары касаются сферы единичного радиуса, то значение целевой функции в задаче (2) будет равно нулю. Для того, чтобы координаты искомым центров шаров были только положительными числами, преобразуем задачу (2) к виду

$$\min \left\{ \sum_{i=1}^k (\|x^i - 4\|^2 - 4)^2 \mid \|x^i - x^j\|^2 \geq 4, \forall i \neq j \right\}. \quad (3)$$

Задача (3) является многоэкстремальной, так как ее целевая функция невыпуклая, а ее допустимое множество также невыпуклое. Для решения задачи (3) можно использовать генетические или эволюционные алгоритмы. Однако, так как они не гарантируют получение решение задачи, будем использовать для решения задачи (3) метод точной квадратичной регуляризации [2].

Преобразуем задачу (3) к виду

$$\min_{\{x_{n+1}\}} \left\{ \sum_{i=1}^k (\|x^i - 4\|^2 - 4)^2 + s \leq x_{n+1}, \|x^i - x^j\|^2 \geq 4, \forall i \neq j \right\},$$

где параметр s достаточно взять больше $16kn$. Далее, используем преобразование пространства $x = Az$, где матрица A порядка $(n+1) \times (n+1)$ имеет вид

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ z_1 & z_2 & \dots & z_{n+1} \end{pmatrix},$$

что сводит задачу (3) к следующей

$$\min \left\{ \|z\|^2 \mid \sum_{i=1}^k (\|x^i - 4\|^2 - 4)^2 + s \leq \|z\|^2, \|x^i - x^j\|^2 \geq 4, \forall i \neq j \right\}, \quad (4)$$

где $x^i = z^i$, $i=1, \dots, n$, $x_{n+1} = \|z\|^2$.

Квадратичная регуляризация, позволяет преобразовать функции в ограничениях задачи (4) к выпуклым

$$\min \left\{ \|z\|^2 \mid \sum_{i=1}^k (\|x^i - 4\|^2 - 4)^2 + s + \|z\|^2 \leq d, |x^i - x^j|^2 + 4 + 2\|z\|^2 \leq d, \forall i \neq j \right\}, \quad (5)$$

где в точке глобального минимума задачи (5) должно выполняться условие

$$d = 2 \|z^*\|^2. \quad (6)$$

При каждом фиксированном значении новой переменной d допустимое множество задачи (5) является выпуклым. Решение задачи (5) зависит от того, где находится выпуклое допустимое множество задачи (5) при минимальном допустимом значении переменной d : внутри шара $S = \{z | 2\|z\|^2 \leq d\}$ или вне шара S . Это определяется решением выпуклой задачи

$$\min\{d | \sum_{i=1}^k (\|x^i - 4\|^2 - 4)^2 + s + \|z\|^2 \leq d, |x^i - x^j|^2 + 4 + 2\|z\|^2 \leq d, \forall i \neq j\}. \quad (7)$$

Если решение задачи (7) удовлетворяет условию (6), то решение задачи (3) найдено. В этом случае, точка локального минимума задачи (7) совпадает с точкой глобального минимума задачи (3). В противном случае, необходимо решать задачу

$$\max\{\|z\|^2 | \sum_{i=1}^k (\|x^i - 4\|^2 - 4)^2 + s + \|z\|^2 \leq d, |x^i - x^j|^2 + 4 + 2\|z\|^2 \leq d, \forall i \neq j\}, \quad (8)$$

которая, в общем случае, будет многоэкстремальной. Для нахождения минимального значения d , при котором будет выполняться условие (6), будем решать задачу (8) при фиксированных значениях d . При увеличении значения переменной d целевая функция задачи (8) возрастает. Это позволяет определить минимальное значение переменной d методом дихотомии. При каждом фиксированном значении d задача (8) решается прямо-двойственным методом внутренней точки [3].

Задача (8) решалась численно для значений $n = 3, 4, 5$. Для значений $n = 3, 4$ рассмотренным методом точной квадратичной регуляризации были найдены центры шаров. Их количество равно 12 и 24 соответственно, что подтверждает известные теоретические результаты. Для $n = 5$ задача (8) решалась для 41 шара. Были найдены координаты шаров, которые касаются сферы радиуса 1,042645344. Численно было установлено, что у этих 41 шаров невозможна вариация центров (смещение центров невозможно без нарушения ограничений задачи (3)). Это означает, что максимальное контактное число $k = 40$ для $n = 5$.

Заметим, что задача (3) имеет бесконечное число глобальных минимумов. Это означает, что в задаче (8) необходимо найти не точку глобального максимума, а область глобальных максимумов, что упрощает ее решение.

Приведем координаты центров 41 шара, которые касаются сферы радиуса 1,042645344.

4,41622939	2,561287	4,188779	5,323979002	4,083984	2,430836	2,633632	4,486494	5,371655	3,727609	3,026453	3,635671
4,75647875	3,386918	4,678957	3,303690846	5,369149	4,42635	5,093777	3,05926	3,432837	4,332975	2,53217	3,002442
5,62599413	5,133486	4,206192	4,200576708	3,041868	3,494923	3,60982	3,218585	2,899084	5,746721	3,429549	5,21136
3,68114048	4,664608	4,692712	3,569500537	5,112253	5,12739	3,404142	4,35476	3,171517	4,024467	4,786428	3,473432
3,17455183	3,988114	2,224214	2,692685057	3,63169	4,047315	4,77576	5,521272	4,266249	4,967314	4,355246	2,859879
3,329978	3,539149	4,02288	4,090747	5,280131	4,611773	5,026045	2,937305	3,801556	2,984443	5,011069	4,001545
3,009726	4,25524	4,681553	4,050884	4,254542	2,060696	5,182752	3,843246	4,475715	4,755885	4,78392	3,094667
2,910788	2,198868	2,983938	3,630135	4,607299	3,929231	3,013293	4,188951	4,14497	2,727901	2,910642	2,750225
2,973953	4,351575	2,36855	5,834181	4,317214	3,824489	3,851749	4,522657	2,757569	3,696562	3,611035	3,295323
4,709699	4,726076	4,115547	4,812746	5,444014	4,037705	4,851562	5,646097	2,46962	3,072977	2,905645	2,862343
4,092118	5,466595	3,323255	2,334613	4,05601	3,851581	2,67161	5,413515	5,055458	4,123451	3,850307	4,384412
3,936217	5,141221	2,782421	3,633923	4,206137	4,658862	5,050462	4,675131	3,216587	3,445545	5,521466	2,962224
4,013495	4,399706	4,87293	4,117118	3,915249	5,220946	4,757029	4,359496	5,436579	2,631787	4,309486	4,619564
3,446822	4,675917	3,208166	2,944052	2,930274	5,46813	4,055709	2,743854	3,428511	5,210911	4,723351	5,227036
3,670165	3,679867	4,918101	3,631042	5,724898	3,73513	3,146704	3,893078	4,233052	3,284858	5,102776	2,971326
4,300091	4,207132	3,558442	2,826411	5,624806							
3,127082	2,840951	4,722592	3,339996	3,37625							
4,1418	4,976813	4,924218	3,763381	3,643587							
2,201502	4,998283	2,405792	4,497234	5,002552							
3,74376	4,913981	4,244154	2,566036	4,105821							

Литература

1. Конвей Дж. Упаковки шаров, решетки и группы. Том 1./Дж. Конвей, Н. Слоен; пер. с англ. С.Н. Лицына, М.А. Цфасмана, Г.Б. Шабата. – М.: Мир, 1990. – 450 с.
2. Nocedal J. Numerical optimization / J. Nocedal, S.J. Wright. – Springer, 2006. – 685 p.
3. Косолап А.И. Методы глобальной оптимизации / А.И. Косолап. – Дн-ск.: Наука и образование, 2013. – 316 с.

УДК: 538.955

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ГАЗОВЫХ ПОТОКОВ В УСТАНОВКЕ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА МЕТОДАМИ ЧИСЛЕННОЙ ГАЗОДИНАМИКИ

М.А. Никулин

*Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты,
Украина*

Введение. Нефть и нефтепродукты являются наиболее распространенными экологическими загрязнителями окружающей среды. Ежегодно вследствие аварий при добыче и транспортировке нефти в океан попадает более 6 000 000 тонн опасных загрязнителей. На сегодняшний день наиболее эффективным способом локализации аварий и утилизации нефтепродуктов считаются сорбенты. В настоящее время используются более двух сотен веществ-сорбентов для сбора нефтепродуктов с водных поверхностей, однако наиболее эффективными сорбентами, среди известных, являются сорбенты на основе терморасщепленного графита (ТРГ).

Помимо эффективности использования, необходимо отметить, что себестоимость очистки водных поверхностей с использованием ТРГ – в 5 раз ниже по сравнению с другими сорбентами.

Для получения ТРГ используется технологии теплового воздействия на исходный интеркаллированный графит высокотемпературными продуктами сгорания, плазмой электрической дуги, получаемой в плазмотроне либо тепловым и механическим воздействием в условиях в сверхкритического состояния.

Предлагаемая технология получения ТРГ отличается от существующих двухступенчатым сжиганием топлива в реакторе. Таким образом, получения ТРГ происходит в результате моделирования оптимальных режимов при вариации параметров горелочных и муфельных устройств, геометрии реакторных блоков, сепарационных устройств, организации и контроля потоков графита и горящих газов в реакторе, начальных условий подачи воздуха и энергоносителей. В качестве объекта исследования использовалась реакционная камера барабанного типа с соотношением длины к диаметру равным 12. Подвод порошка ОГ осуществлялся в направлении перпендикулярном направлению потока через патрубок на цилиндрической части камеры (рис.1).



Рис. 1

Основные требования, которые предъявляются к установкам такого типа это:

- обеспечение равномерного распределения порошка ОГ в реакционной камере с целью интенсификации лучистого и конвективного теплообмена;
- обеспечение необходимого времени нахождения порошка ОГ в реакционной камере;
- создание благоприятных условий для ввода порошка ОГ в реакционную камеру.

Удовлетворение данных требований для установок барабанного типа, как правило, достигается за счет увеличения габаритных размеров (в основном длины камеры) и применения ее вращения. Однако такие подходы неприемлемы для установок мобильного типа. Поэтому в данной работе предлагается использовать специальный экран, который позволит обеспечить вышеприведенные требования (рис.2).

Таким образом, основной целью работы было определение влияния месторасположения экрана в реакционной камере барабанного типа на характер и динамику газовых потоков в ней. Для решения поставленных задач использовались методы численной газодинамики (*computer fluid dynamic CFD*), реализованные в программном комплексе ANSYS CFX.



Рис. 2

Допущения и ограничения:

- моделирование осуществлялось с использованием сжимаемой модели идеального газа;
- теплообмен через стенки камеры с окружающей средой отсутствовал;
- моделирование осуществлялось без подачи порошка ОГ, вместо него подавался воздух (с начальной температурой 300 К) в объеме эквивалентном ОГ (по отбираемому теплу).
- горение топливовоздушной среды не учитывалось (на вход камеры подавался газ с температурой 1500 К).

Моделирование производилось при двух положениях экрана (рис. 2) с двумя типами граничных условий на входе окисленного графита:

- граничное условия типа "opening" ($T = 300\text{K}$, $P = 0$ Па – избыточное давление). Это условие задавалось для определения давления на/в патрубке подвода графита;
- граничное условия типа "inlet" с заданием расхода воздуха и его температуры.

Расчетная модель и граничные условия. Расчетная область состояла из 3-D модели реакционной камеры с наложенными граничными условиями. Модель камеры разбита на конечные объемы с сгущением сетки в пристеночных областях при помощи программы ICEM CFD. Стенка по своей структуре – тетраэдрическая с средним общим количеством элементов от 2 млн. При расчетах использовалась стандартная SST модель турбулентной вязкости реализованная в программном комплексе ANSYS 12.

Граничные условия определялись на всех поверхностях расчетной области и включали условия на твердых стенках, на входе и на выходе.

Граничные условия на твердых стенках были определены из условия прилипания потока к гладкой адиабатической стенке $u_{cm} = v_{cm} = w_{cm} = 0$.

Граничными условиями на входе 1 (горелочном) была полная температура $T^*=1500$ К, и скорость газового потока. На входе 2 (вход порошка ОГ) полная температура $T^*=300$ К и расход газа.

Граничные условия на выходе из диффузора задавались с экстраполяцией всех параметров по параметрам на входе «свободный выход», при $P = 0$ Па – избыточное давление.

При расчетах использовался матричный алгоритм «coupled» с неявной схемой решения уравнений газовой динамики реализованный в программном комплексе ANSYS 12. Критерием сходимости было достижение невязки на уровне 10^{-5} .

В результате выполненного математического моделирования установлено, что наиболее благоприятным расположением экрана является схема «var#2». Это обусловлено тем, что данное расположение экрана обеспечивает более равномерное распределение порошка в реакционной камере, что видно из поля распределения скоростей и линий тока в камере. Такие параметры сохраняются как при свободной подаче (условие «свободный вход»), так и при интенсификации подачи с заданной производительностью, это видно из сравнения полей распределения термодинамических параметров для этих двух случаев.

Схема «var#2» также обеспечивает более благоприятные условия на входе подачи графита. Этому способствует разрежение во впускном патрубке. При таком расположении экрана на выходе из впускного патрубка не создается повышенное противодавление, которое наблюдается в схеме «var#1».

Схема «var#2» позволяет обеспечить больший объем, по сравнению с схемой «var#1», реакционной камеры в которой происходит нагрев и перегрев интеркалированного графита. При правильном выборе зазора между экраном и положением экрана в камере, можно достичь высокого качества терморасширенного графита.

Выводы. Выполненный комплекс численных исследований по оценке эффективности применения экранов в реакционной камере установки по производству терморасширенного графита, позволил установить, что существуют широкие возможности по повышению времени пребывания интеркалированного графита в реакционной камере в случае рациональной организации движения газовых потоков. Это достигается за счет установки экрана в камере. Изменение положения экрана позволяет регулировать параметры установки в широком диапазоне.

Литература

1. Дьячков, П. Н. Углеродные нанотрубки : строение, свойства, применение / П. Н. Дьячков. М. : БИНОМ, 2006. - 293 с. - ISBN 594774-341-8.
2. Комарова, Т. В. Изменение структуры и свойств природного графита при окислительной и последующей термической обработках / Т. В. Комарова, Е. В. Пузырева, С. В. Пучков // Труды МХТИ им. Д.И. Менделеева. 1986. - Т. 141. - С. 75 - 83.
3. Махорин, К. Е. Вспучивание природного графита, обработанного серной кислотой / К. Е. Махорин, А. П. Кожан, В. В. Веселов // Химическая технология. 1985. -N 2. - С. 3 - 6.

УДК 004.93

ПОИСК АССОЦИАТИВНЫХ ПРАВИЛ, КАК МЕТОД DATA MINING НА ПРИМЕРЕ КОМПЛЕКСА ЗАДАЧ ПОДДЕРЖКИ РАБОТЫ С ИНТЕРНЕТ-АУКЦИОНАМИ

И. В. Ярошенко
НТУУ «КПИ», Украина

Data Mining[1] (рус. *добыча данных, интеллектуальный анализ данных, глубинный анализ данных*) — собирательное название, используемое для обозначения совокупности методов обнаружения в данных ранее неизвестных, нетривиальных, практически полезных и доступных интерпретации знаний, необходимых для принятия решений в различных сферах человеческой деятельности.

Основу методов Data Mining составляют всевозможные методы классификации, моделирования и прогнозирования. Они основаны на применении деревьев решений, искусственных нейронных сетей, генетических алгоритмов, эволюционного программирования, ассоциативной памяти, нечёткой логики.

Знания, добываемые методами Data Mining, принято представлять в виде моделей. В качестве таких моделей выступают: ассоциативные правила, деревья решений, кластеры, математические функции.

Задача определения взаимосвязей, также называемая задачей поиска ассоциативных правил, заключается в определении часто встречающихся наборов объектов среди множества подобных наборов. Классическим примером является анализ потребительской корзины, который позволяет определить наборы товаров, чаще всего встречающиеся в одном заказе (или в одном чеке). Эта информация может потом использоваться при размещении товаров в торговом зале или при формировании специальных предложений для группы связанных товаров.

Для исследуемого комплекса задач определение взаимосвязей лотов представленных в интернет-аукционе является важной задачей. Данный метод позволяет значительно ускорить поиск группы лотов

для пользователя, что явно способствует успешной реализации уже не одного, а нескольких товаров. Тем самым увеличивая привлекательность использования данной площадки продавцами, что ведет к росту системы и увеличению прибили.

Разберем более подробно, как это работает. Очень часто покупатели приобретают не один товар, а несколько. В большинстве случаев между этими товарами существует взаимосвязь. Так, например, покупатель, приобретающий компьютерный манипулятор «Мышь», скорее всего, захочет приобрести также коврик под нее. Эта информация может быть использована для размещения товара на витрине интернет-каталога.

Ассоциативное правило имеет вид: "Из события А следует событие В". В результате такого вида анализа мы устанавливаем закономерность следующего вида: "Если в транзакции встретился набор товаров (или набор элементов) А, то можно сделать вывод, что в этой же транзакции должен появиться набор элементов В)" Установление таких закономерностей дает нам возможность находить очень простые и понятные правила, называемые ассоциативными.

Основными характеристиками ассоциативного правила являются поддержка и достоверность правила. Ассоциативные правила строятся на основе частых наборов. Так, правила, построенные на основе набора:

$$F (m.e. X \cup Y = F), \quad (1)$$

есть всеми возможными комбинациями объектов, которые в него входят.

Например, для набора {ноутбук, флешка, мышка} могут быть построены такие правила:

1. Если { ноутбук }, то { флешка };
2. Если { ноутбук }, то { мышка };
3. Если { ноутбук }, то { флешка, мышка };
4. Если { флешка, мышка }, то { ноутбук };

Таким образом, количество ассоциативных правил может быть очень большим и тяжело воспринимаемым для человека. К тому же не все построенные правила несут в себе полезную информацию. Для оценки их полезности вводятся следующие величины.

Поддержка – показывает, какой процент транзакций поддерживает данное правило. Так как правило строится на основе набора, то правило $X \Rightarrow Y$ имеет поддержку, равную поддержке набора F, который составляют X и Y:

$$Supp_{X \Rightarrow Y} = Supp_F = \frac{|D_F = X \cup Y|}{|D|}, \quad (2)$$

Очевидно, что правила, построенные на основе одного и того же набора, имеют одинаковую поддержку, например:

$$Supp_{если\{ноутбук,флешка\},то\{мышка\}} = Supp_{\{ноутбук,флешка,мышка\}} = 1/2, \quad (3)$$

Если значение поддержки правила слишком велико, то в результате работы алгоритма будут найдены правила очевидные и хорошо известные. Слишком низкое значение поддержки приведет к нахождению очень большого количества правил, которые, возможно, будут в большей части необоснованными, но не известными и не очевидными для аналитика. Таким образом, необходимо определить такой интервал, "золотую середину", который с одной стороны обеспечит нахождение неочевидных правил, а с другой - их обоснованность.

Достоверность – показывает вероятность того, что при из наличия в транзакции набора X следует наличие в ней набора Y. Достоверностью правила $X \Rightarrow Y$ является отношение числа транзакций, содержащих наборы X и Y, к числу транзакций, содержащих набор X:

$$Conf_{X \Rightarrow Y} = \frac{|D_F = X \cup Y|}{|D_X|} = \frac{Supp_{X \cup Y}}{Supp_X} \quad (4)$$

Очевидно, что чем больше достоверность, тем правило лучше, причем у правил построенных на основе одного и того же набора, достоверность будет разной.

Если уровень достоверности слишком мал, то ценность правила вызывает серьезные сомнения. Например, правило с достоверностью в 3% только условно можно назвать правилом.

К сожалению, достоверность не разрешает оценить полезность правила. Если процент присутствия в транзакциях набора Y при условиях присутствия в них набора X меньше, чем процент безусловного присутствия набора Y, то есть:

$$Conf_{X \Rightarrow Y} = \frac{Supp_{X \cup Y}}{Supp_X} < Supp_Y, \quad (5)$$

это означает, что вероятность случайно угадать наличие в транзакции набора Y больше, чем предсказать это с помощью правил $X \Rightarrow Y$. Для исправления такой ситуации вводится мера – улучшение.

Улучшение – показывает, полезнее ли правило случайного угадывания. Улучшение правила является отношением числа транзакций, содержащих наборы X и Y, к произведению количества транзакций, содержащих набор X, и количества транзакций, содержащих набор Y:

$$impr_{X \Rightarrow Y} = \frac{|D_F = X \cup Y|}{|D_X \parallel D_Y|} = \frac{Supp_{X \cup Y}}{Supp_X * Supp_Y}, \quad (6)$$

Если улучшение больше единицы, то это значит, что с помощью правила предсказать наличие набора Y вероятнее, чем случайное угадывание, если меньше единицы, то наоборот.

Данные оценки используются при генерации правил. Аналитик при поиске ассоциативных правил задает минимальные значения перечисленных величин. В результате те правила, которые не удовлетворяют этим условиям, отбрасываются и не включаются в решение задачи. С этой точки зрения нельзя объединять разные правила, хотя и имеющие общую нагрузку, так как достоверности будут разные, следовательно, некоторые из них могут быть исключены, а некоторые – нет.

Выводы. Задачей поиска ассоциативных правил является определение часто встречающихся наборов объектов в большом множестве наборов. Решение данной задачи помогает значительно улучшить функциональность систем связанных с продажей товаров. Результаты решения представляются в виде ассоциативных правил. Основными их характеристика являются поддержка, достоверность и улучшение.

Литература

1. Навчальний сайт Гавриленко Олени Валеріївни [Електронний ресурс] - Режим доступа: http://elenagavrile.narod.ru/IAD/lekcija_2.pdf
2. Data Mining[Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://bug.kpi.ua/stud/work/RGR/DATAMINING/associativerulessearch.html>
3. Pang-Ning Tan, Michael Steinbach, Vipin Kumar. Introduction to Data Mining // Addison-Wesley, 2005. – P. 328 – 414.

УДК 539.3

РАСЧЁТ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПОКРЫТИЙ ИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНО- ГРАДИЕНТНЫХ И ТЕРМОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.В. Можаровский, Е.М. Березовская, Т.М. Дёмова
*Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины,
Беларусь*

На современном этапе развития в области механики, а также и в других отраслях науки и техники (авиационного, энергетического и космического машиностроения) является актуальным создание новых строительных материалов и изделий с улучшенными эксплуатационными показателями, повышение их эффективности, снижение материалоемкости, стоимости и трудоемкости изготовления. В условиях непрерывно возрастающих требований к физико-техническим свойствам строительных материалов возникает

необходимость создания их новых образцов с комплексом улучшенных показателей. Наибольшее внимание во всем мире в последнее время привлекают композиционные материалы, нашедшие широкое применение в инженерии. Практически любой современный материал – композит, поскольку абсолютно чистых материалов не существует, т.е. предполагается, что он обладает гетерогенной структурой. Несмотря на то, что были разработаны эффективные инженерные методы оценки поведения этих материалов и их конструкций, существует проблема разработки математических моделей описания термомеханического поведения конструктивных элементов механических и трибологических систем из функционально-градиентных и термочувствительных материалов с физико-механическими характеристиками, зависимыми от температуры, при совместном действии локальных силовых (температурных) нагрузений, а также создание алгоритмов расчета напряженно-деформированного состояния рассматриваемых тел, определение трибологических свойств функциональных поверхностей перспективных материалов и покрытий в условиях механического контакта при вдавливании, скольжении контртела. Значительные исследования и обзор направлений по проблеме контакта термоупругих тел из обычных однородных материалов были проведены в работе [1].

Настоящая работа посвящена алгоритму решения граничных задач для неоднородного покрытия с учетом температуры. Предполагается, что жесткий цилиндрический индентор с температурой T внедряется в бесконечное, упругое ортотропное неоднородное покрытие, лежащее на однородном изотропном или ортотропном основании. Будем рассматривать контактные задачи [2]–[4]: в задаче А покрытие свободно без трения лежит на основании; в задаче В покрытие жестко скреплено с основанием. Необходимо найти распределение давления в области контакта и определить напряженно-деформированное состояние покрытия и основания при граничных условиях [5]. В случае жесткого скрепления неоднородного ортотропного покрытия с однородным основанием используются граничные условия [4].

С учетом температурных эффектов граничные условия будут иметь вид [1]:

$$k_2 \frac{\partial T}{\partial y} = \begin{cases} -q(x), & x \in \Gamma, \\ hT(x), & x \notin \Gamma; \end{cases} \quad \sigma_{xy}(x) = \begin{cases} fp(x), & x \in \Gamma, \\ 0, & x \notin \Gamma; \end{cases}$$

$$\sigma_{yy}(x) = \begin{cases} -q(x), & x \in \Gamma, \\ 0, & x \notin \Gamma; \end{cases} \quad q(x) = -fNp(x), \quad x \in \Gamma, \\ \frac{dv}{dx} = -\frac{x}{R}, \quad x \in \Gamma.$$

Для решения данной контактной задачи строится функцию Грина, а затем, учитывая граничные условия, составляется интегральное

уравнение, из решения которого и определяется неизвестное давление $p(x)$ в зоне контакта.

Функция Грина строится по формулам для вертикального перемещения U на границе неоднородной ортотропной полосы $y=0$ при действии нормальной и/или касательной единичной силы, определяя перемещение относительно произвольно заданной точки, и представляет собой сумму двух слагаемых, являющихся результатом действия этих сил. Вначале строится решение для неоднородного покрытия по методике [1] с учетом температурных эффектов. Тогда суммарное перемещение можно принять как суперпозицию:

$$\frac{dv}{dx} = \frac{dv^y}{dx} + \frac{dv^T}{dx},$$

где v^y – упругие вертикальные перемещения для полосы (покрытия), v^T – перемещения, возникающие от действия температуры.

Функцию Грина $v(x-t)$ для упругих перемещений определяем по алгоритму, представленному в работах [2]–[4]. Перемещения с учетом температурных эффектов определяются согласно методике [1]. Реализация алгоритма производится при различных параметрах неоднородности типа [6]. Для демонстрации влияния неоднородности на изменения напряжений и перемещений рассматривалась неоднородная полоса, лежащая на ортотропном основании. Предположения относительно технических характеристик приведены в работе [7]. Исследовалось влияние распределения касательных напряжений и вертикальных перемещений для свободно лежащей полосы на ортотропном основании при различных значениях параметров неоднородности, в случае, когда $E_1 > E_2$, на границе раздела покрытие – основание (рисунок 1).

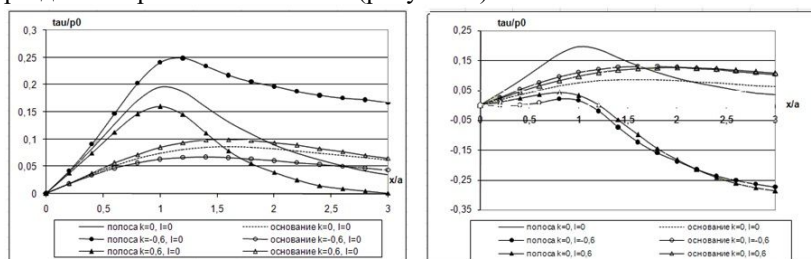


Рис. 1. Влияние параметров неоднородности на распределение касательных напряжений на границе раздела покрытие – основание, а) – при $a/h = 1$; б) – при $a/h = 2$

Проводились исследования изменения температурного поля в покрытии из функционально-градиентных материалов в случае

движения индентора по поверхности покрытия. Для этого использовались разработанные теоретические подходы в работах [1], [3], [8]–[10]. Алгоритмы расчёта, графические зависимости изменения температуры в покрытии для различных температурных параметров, анализ результатов исследования влияния параметров теплопроводности приведены в работе [7]. Так скорость падения температуры с толщиной покрытия уменьшается по сравнению с материалами, в которых теплопроводность одинакова для всех толщин покрытия. Такое свойство дает возможность более медленно остывать покрытие и поддерживать температуру. Характер изменения температуры по глубине (по оси Oy) зависит от соотношения коэффициентов теплопроводности на поверхности и на границе основания [7].

Наблюдаемые изменения температуры дают возможность в зависимости от геометрических и физических параметров материала слоя подбирать материалы из функционально-градиентных свойств, которые необходимы для создания эксплуатационно-надёжных покрытий в трибологических системах.

Литература

1. Sakti, Pada Barik Effect of anisotropy on thermoelastic contact problem / Sakti Pada Barik, M. Kanoria, P.K. Chaudhuri // *Applied Mathematics and Mechanics*. – 2008. – V. 29. – № 4. – P. 501–510.
2. Можаровский, В.В. Анализ механико-математических моделей расчета функционально-градиентных материалов, работающих в условиях контактного взаимодействия / В.В. Можаровский, Е.М. Березовская // *Материалы, Технологии и инструменты*. – 2013. – № 4, С. 5–13.
3. Можаровский, В.В. Напряженно-деформированное состояние композиционных покрытий в трибологических системах / В.В. Можаровский, Ю.М. Плескачевский, С.Ю. Бабич, Е.М. Березовская // *Трение и износ*. – 2001. – Т. 22, № 4. – С. 379–385.
3. Можаровский, В.В. Определение напряженно-деформированного состояния слоистых неоднородных тел / В.В. Можаровский, Е.М. Березовская // *Научно-технический сборник «Теоретическая и прикладная механика»*. – Донецкий национальный университет, Харьков, 2001. – Вып. 34. – С. 3–9.
5. Березовская, Е.М. Методика расчета напряженно-деформированного состояния неоднородной полосы, находящейся под действием внешних сил / Е.М. Березовская // *Известия ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель*. – 2007. – № 6 (45). – С. 150–154.
6. Bikartas, I. The contact problem of an orthotropic non-homogeneous elastic half space / I. Bikartas // *Int. J. Eng. Sci.* – 1984. – № 22. – P. 347–359.
7. Можаровский, В.В. О расчете напряженного состояния покрытий из функционально-градиентных и термочувствительных материалов / В.В. Можаровский, Е.М. Березовская // *Известия ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель*. – 2014. – № 3 (84). – С. 86–92.

8. Можаровский, В.В. Исследование особенностей распределения полей напряжений в многослойных покрытиях / В.В. Можаровский, Н.А. Марьина // Известия ГГУ Ф.Скорины, Гомель. – 2013. – № 6. – С. 34–43.
9. Peijian, C. Thermo-mechanical contact behavior of a finite graded layer under a sliding punch with heat generation / C. Peijian, C. Shaohua // International Journal of Solids and Structures. – 2013. – V. 50. – PP. 1108–1119; № 6. – P. 34–43.
10. Giannakopoulos, A.E. Two-dimensional contact analysis of elastic graded materials. / A.E. Giannakopoulos, P. Pallot // J. Mech. Phys. Solids. – 2000. – № 48. – P. 1597–1631.

УДК 631.31:338.1

МОДЕЛЮВАННЯ ДАТ ДОСТИГАННЯ РАННІХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Днесь В.І.

Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства, Україна

Одним з основних чинників, що впливає на ефективність роботи збирально-транспортного комплексу (ЗТК) є час початку збиральних робіт, який зумовлюється агрометеорологічним часом досягання окремих культур та структурою їх площ. Достигання цих культур має ймовірнісний характер. Відповідно, дати виникнення потреби на збирання їх також є випадковим величинами. Прогнозування цих дат уможливорює планування ресурсів на виконання збиральних робіт та безпосередньо впливає на обґрунтування структури ЗТК.

На швидкість настання фенологічних фаз розвитку найсуттєвіший вплив має температура. Тому дати настання різних фаз можуть бути визначені на підставі сум температур, необхідних для досягнення тієї чи іншої фази [1, 2].

Враховуючи біологічні особливості розвитку зернових культур та агрометеорологічні умови, відмітимо, що дата початку фази повної стиглості k -ї культури (τ_{nc}^k) визначається, як:

$$\tau_{nc}^k = f\left(\tau_{ДПВВ}^k, T_{акт.біол}^k, T_{мін.біол}^k, \psi(\tau)\right), \quad (1)$$

де $\tau_{ДПВВ}^k$ – дата початку весняної вегетації (ДПВВ) k -ї культури; $T_{акт.біол}^k$ – сума активних температур необхідних для дозрівання k -ї культури, °С; $T_{мін.біол}^k$ – мінімум біологічних температур повітря необхідних для дозрівання k -ї культури, °С; $\psi(\tau)$ – функція, яка характеризує накопичення середньодобових температур.

Дата початку весняної вегетації, з урахуванням біологічних особливостей розвитку зернових культур, приймається: для озимих

культур як дата відновлення весняної вегетації (ДВВВ) ($\tau_{ДВВВ}^k$), а для ярих – дата сівби (τ_c^k):

$$\tau_{ДПВВ}^k = \begin{cases} \tau_{ДВВВ}^k, & \text{для озимих} \\ \tau_c^k, & \text{для ярих} \end{cases} \quad (2)$$

З цієї дати розпочинається розвиток рослин в поточному році. Відповідно її можна вважати початком відліку для набору рослинами суми необхідних температур.

На момент прогрівання ґрунту його фізичний стан не завжди може бути придатним для виконання механізованих робіт. Отже, дата сівби для ярих культур приймається як більш пізнє значення з дат настання фізичної стиглості ґрунту ($\tau_{ФСГ}$) та його прогріву до необхідної температури для сівби культури ($\tau_{T_{\min.р}^k}$):

$$\tau_c = \max(\tau_{T_{\min.р}^k}, \tau_{ФСГ}) \quad (3)$$

Для опису функції зміни середньодобової температури повітря використовується теорія процесів Маркова. Для цього слід виявити можливі всі стани, в яких може перебувати процес; вказати початковий стан; побудувати та розмітити граф станів. Весь період можливої вегетації (з 1 березня по 30 вересня) розділяється на декади. В межах яких зміну середньодобової температури повітря можна описати стаціонарним детермінованим ланцюгом Маркова.

Тому, функція $\theta(\tau)$ задається множиною можливих станів $\{S\}$, початковим станом S_0 , а також матрицею перехідних ймовірностей P [3, 4]:

$$\theta(\tau) = \{S_0, \{S\}, P\} \quad (4)$$

Початковий стан S_0 характеризується значенням середньодобової температури повітря станом на можливий початок вегетації (1 березня):

$$S_0 = f(T_{c.d.}^{1\betaер}), \quad (5)$$

де $f(T_{c.d.}^{1\betaер})$ – функція розподілу середньодобової температури станом на 1 березня.

В межах кожної декади характерними станами в яких може перебувати процесу зміни середньодобової температури є значення цієї температури. Тому, можна стверджувати, що множина можливих значень середньодобових температур ($T_{c.d.}$) характеризує множину станів процесу її зміни протягом зазначеного періоду (декади):

$$\{S\} = \{T_{c.d.}\} \quad (6)$$

Кожна з отриманих декад періоду можливої вегетації описується як окремих процес. Кінцевий стан попереднього є початковим станом наступного. Для кожного з d -ї декади, за статистичними даними, будуються матриці перехідних ймовірностей виду:

$$P^d = \begin{matrix} & T_1 & T_2 & \dots & T_i \\ \begin{matrix} T_1 \\ T_2 \\ \dots \\ T_i \end{matrix} & \left| \begin{matrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1i} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2i} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{i1} & p_{i2} & \dots & p_{ii} \end{matrix} \right. \end{matrix} \quad (7)$$

Отже, враховуючи (5), (6) вираз (4) набуде вигляду:

$$\theta(\tau) = \{f(T_{c.d.}^{16ep}), \{T_{c.d.}\}, \{P^d\}\} \quad (8)$$

Функція накопичення активних температур ($\psi(\tau)$) для k -ї культури, з урахуванням функції зміни середньодобових температур, має вигляд:

$$\psi(\tau) = \begin{cases} \psi(\tau-1) + T_{c.d.}^\tau, & \text{якщо } T_{c.d.}^\tau > T_{\min.биол}^k \\ \psi(\tau-1), & \text{якщо } T_{c.d.}^\tau \leq T_{\min.биол}^k \end{cases} \quad (9)$$

Визначення дати повної стиглості для кожної культури відбувається в такому порядку: 1) за виразами (2) та (3) встановлюється дата початку весняної вегетації ($\tau_{ДВВ}^k$) k -ї культури; 2) визначення поточного значення суми активних температур на дату початку весняної вегетації; 3) знаходження значення суми активних температур, якого має досягнути функція $\psi(\tau)$ для того щоб культура досягла повної стиглості; 4) дата досягнення функцією $\psi(\tau)$ необхідного значення суми температур приймається як дата повної стиглості k -ї культури.

Аналогічним чином знаходяться дати настання повної стиглості для кожної з культур сезонної програми збирання.

Отже, розроблений метод прогнозування дат досягання ранніх зернових культур дозволяє підвищити ефективність планування збиральних процесів завдяки врахуванню біологічних особливостей розвитку ранніх зернових культур та агрометеорологічних умов навколишнього середовища

Література

1. Уланова Е.С. Методы агрометеорологических прогнозов / Уланова Е.С. – Л.: Гидрометеорологическое и-во, 1959. – 280 с.
2. Зінченко О.І. Рослинництво / Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А.; За ред. О. І. Зінченка. – К.: Аграрна освіта, 2001. – 591 с.: іл.
3. Советов Б.Я. Моделирование систем [Учеб. для вузов] / Советов Б.Я., Яковлев С.А. – [3-е изд., пере-раб.и доп.]. – М.: Высш.шк., 2001. – 343с.: ил.
4. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем / Бусленко Н.П. – [2-е изд. перераб.]. – М.: Наука, 1978. – 400 с., ил.

РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ОБЪЕМНОГО ТЕЛА ПРИ ДЕЙСТВУЮЩЕМ ДАВЛЕНИИ И ПРИ ЗАДАННЫХ ОБЛАСТЯХ КОНТАКТА

В.В. Можаровский, Д.С. Кузьменков, Т.М. Дёмова

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, Беларусь

Рассмотрим объемное тело, на верхнюю границу которого действует сосредоточенная сила P (она направлена вдоль оси Ox_3). Перемещения и напряжения, возникающие в объемном теле, определяются с помощью формул, выведенных Н. М. Беляевым. Подобные задачи часто встречаются на практике, например, при контактном взаимодействии шин с дорожным покрытием [1]. Основываясь на экспериментальных или численных исследованиях, находится зона контакта и распределение давления в ней. Далее разрабатывается алгоритм расчета напряженно-деформируемого состояния объемного тела.

Был разработан алгоритм и создана программа, реализующая определение напряжений и перемещений в объемном теле, заданной формы (см. рис. 1). При решении исследуемой задачи был применен и запрограммирован метод конечных элементов. Использовались прямоугольные конечные элементы. Применяя метод конечных элементов, можно произвести разбиение тела на достаточно маленькие элементы (поэтому в программе память под массивы выделяется динамически).

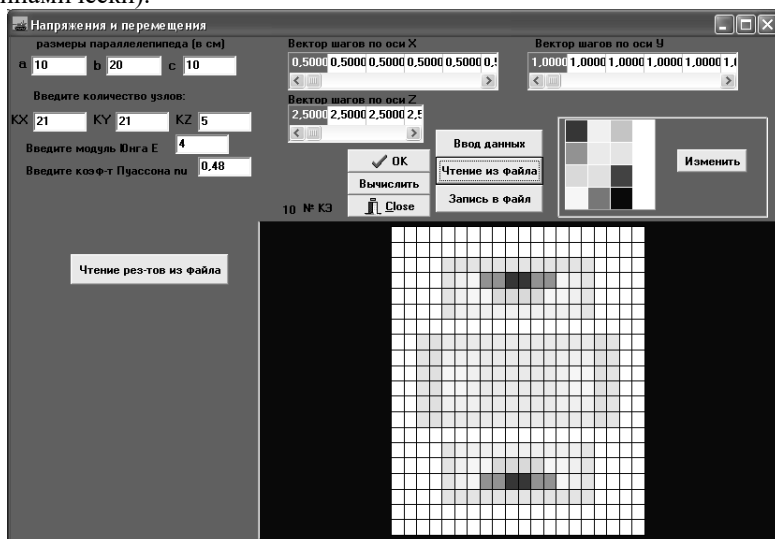


Рис. 1. Главное окно программного комплекса

Используя экспериментальные данные (о давлении и зоне контакта), можно провести численные (с применением разработанного программного комплекса) эксперименты. Каждому цвету конечного элемента (КЭ) соответствует определенное значение давления, которое также можно изменить в программе (кнопка «изменить»). Построенную дискретизацию областей контакта можно сохранить в файл на диске. После нажатия кнопки «Чтение из файла» на экране появится раскрашенная дескриптивизированная область. После нажатия кнопки «Вычислить» нужно будет некоторое время подождать. Время работы программы зависит от количества КЭ и точности вычисления двойных и простых интегралов. Эти точности задаются внутри программы. Для уменьшения времени работы программы было принято решение при вычислении интегралов задавать не точность вычисления, а количество разбиений областей интегрирования. Это позволяет получать достаточно точные результаты при небольших затратах времени. При использовании точности интегрирования много времени тратилось программой на подбор необходимого количества разбиений, для достижения заданной точности, и так для каждой точки. Для нахождения значений всех необходимых интегралов и производных использовались соответствующие численные методы. Если при численном интегрировании подынтегральная функция попадала в узел, то использовался принцип суперпозиции, причем были рассмотрены все возможные случаи (угловые узлы, верхняя граница, нижняя граница, центральные узлы и т.д.). Были обработаны всевозможные случаи ошибок при вводе данных (ввод букв, не соответствие суммы шагов и размеров объемного тела и т.д.).

В окне результатов можно выбрать, как просматривать результаты: в срезе по одной переменной (зафиксированы две другие) или на плоскости (зафиксирована одна), см. рис. 2. Также автоматически строятся соответствующие объемные графики (см. рис.3).

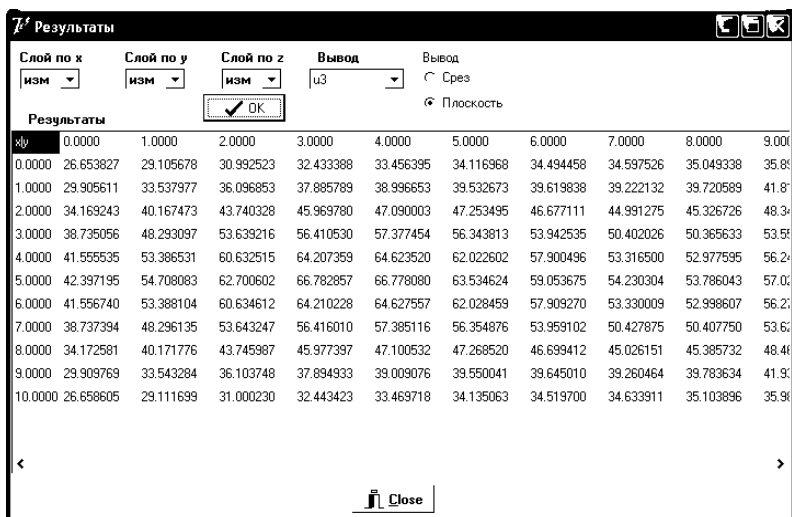


Рис. 2. Пример отображения результатов в текстовом виде

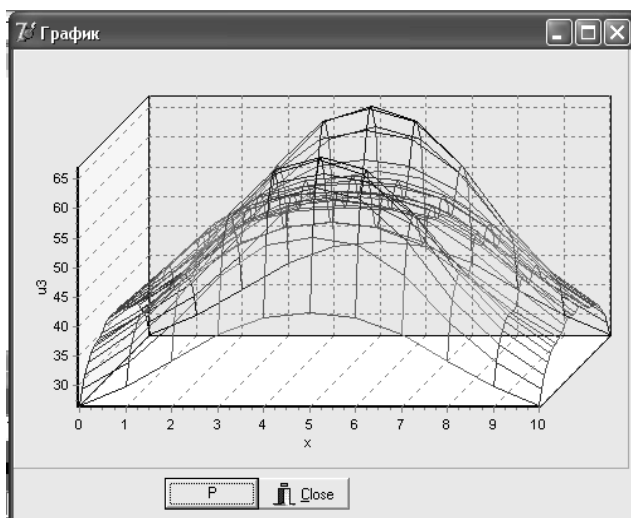


Рис. 3. График u_3 для верхней границы

Также в программе предусмотрена возможность построения двумерных графиков напряжений и перемещений: дополнительно фиксируем значение переменной x или y . Было просчитано множество различных серий тестовых примеров. Были получены результаты, полностью согласующиеся с экспериментальными

данными: близость значений искомых величин к экспериментальным данным, уменьшение и сглаживание значений u_3 при движении вглубь тела, $\sigma_{33} = -P$, сохранение симметричности результатов (значений перемещений и напряжений) при симметричности действующего на верхнюю границу давления и др.

Литература

1. Можаровский В.В., Кузьменков Д.С., Демова Т.М. Теоретическое и экспериментальное исследование взаимодействия цилиндрических тел из армированных материалов применительно к расчету шин Сб. тезисов докладов международной научной конференции «XI Белорусская математическая конференция» 4–9 ноября 2012 г. / Изд. центр БГУ. – Минск, 2012. – С. 80–81.

УДК 534.1:539.3

НАНОКОМПОЗИТИ ЯК НОВІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ КОНСТРУКЦІЙНОГО ДЕМПФІРУВАННЯ

С.М. Ющенко

Чернігівський національний технологічний університет, Україна

Наноккомпозити як новий вид композиційних матеріалів виготовляються з використанням нанотехнологій. Термін «нанотехнологія» у широкому сенсі визначається як створення, обробка, характеристика та використання матеріалів, пристроїв та систем з розмірами порядку 10^{-7} - 10^{-9} м, що виявляють нові, значно покращені фізичні, хімічні та біологічні властивості, функції, явища та процеси, обумовлені їх наномасштабними розмірами [1]. Останнім часом нанотехнології все більше впроваджуються у різні галузі науки та промисловості, зокрема у механіку матеріалів, та активно розвивається науково-технічний напрямок зі створення нових матеріалів, до складу яких входять наноутворення з мінімальними розмірами поперечного перерізу порядку 1-100 нм. Перехід до нанорівня виликає необхідність врахування при аналізі наноутворень їх атомної структури та особливостей молекулярної будови [2].

При створенні нових матеріалів особливо увагу звертають на конструкційні матеріали, з яких виготовляють елементи конструкцій (стержні, пластини, оболонки, масивні елементи тощо). Оскільки наноутворення внаслідок характерної для них тонкої структури не

можуть успішно функціонувати самостійно як конструкційні матеріали, із них створюють наноккомпозити. Це композиційні матеріали, у яких наповнювачем (армуючими елементами) є наноутворення, а зв'язуючою матрицею у більшості випадків є полімери [2].

Зростаючий попит на високоякісні та багатофункціональні матеріали у різних галузях промисловості сприяє ґрунтовній науково-дослідній роботі щодо створення нових наноструктурованих матеріалів з більш досконалішими характеристиками порівняно з традиційними матеріалами. Високі механічні, електричні та теплові параметри наноутворень роблять їх унікальними наповнювачами для багатофункціональних композитів конструкційного призначення [3]. Наприклад, карбонові нанотрубки проявляють більш широкий діапазон фізичних та механічних властивостей, зокрема модуль Юнга та границю міцності, які значно перевищують такі характеристики для інших існуючих матеріалів. Як наноутворення можуть застосовуватися одношарові та багатошарові нанотрубки, нановолокна, зернисті наночастинки, наноглини. Серед природних наноматеріалів використовуються оксиди кремнію SiO_2 , алюмінію Al_2O_3 , титану TiO_2 , алюмосилікати, філосилікати тощо. Найбільш перспективним та найбільш розповсюдженим наповнювачем наноккомпозитів вважаються карбонові нанотрубки [2].

Оскільки механіка наноккомпозитів як новий напрям у механіці матеріалів знаходиться на стадії інтенсивного розвитку, на сьогоднішній день немає загальноприйнятої класифікації наноккомпозитів. У загальному випадку, згідно з [2], наноккомпозити поділяються на п'ять груп. До першої групи відносять наноккомпозити у вигляді матриці, дисперсно зміцненої окремими наночастинками при умові досить малої їх концентрації. Такі наноккомпозити можуть використовуватися також як матриця при створенні нових гібридних наноккомпозитів. Друга група включає багатошарові наноккомпозити – композитні матеріали, армовані тонкими шарами наноматеріалів. До третьої групи відносять волокнисті наноккомпозити, армовані нанотрубками та нановолокнами, у яких геометричні розміри поперечного перерізу значно менші за їх довжину. Четверту групу складають зернисті наноккомпозити, у яких геометричні розміри армуючих елементів у трьох взаємно перпендикулярних напрямках є величинами одного порядку. До останньої, п'ятої, групи відносять складні наноккомпозити, які характеризуються складними внутрішньою структурою та формою наповнювачів.

Розробка конструкцій із наноккомпозитів можлива тільки при застосуванні наномеханіки, що є наступним історичним кроком розвитку структурної механіки матеріалів після макромеханіки,

мезомеханіки і мікромеханіки. Для реальних експериментів на наноструктурних об'єктах необхідно використовувати складне, високоточне і дороге обладнання, а схеми проведення експериментів є досить унікальними [4]. У таких умовах на перший план висувуються теоретичні методи моделювання поведінки наноструктурних матеріалів.

Прогнозування поведінки нанокомпозитів, як і у випадках макрота мікрокомпозитів, є достатньо складною задачею. Один із основних теоретичних підходів до визначення механічної поведінки та властивостей нанокомпозитів сформульовано у [2]. Він складається з таких чотирьох етапів: моделювання наноутворень лінійним пружним ізотропним однорідним середовищем з усередненими пружними константами, одержаними за допомогою процедури континуалізації; моделювання полімерної матриці лінійним ізотропним однорідним пружним чи в'язкопружним середовищем; моделювання взаємодії наноутворень та полімерної матриці (у тонкому проміжному шарі з урахуванням сил міжатомного зв'язку) певними граничними умовами з перенесенням цих умов на геометричну поверхню розділу; визначення усереднених значень пружних констант для нанокомпозиту із залученням різних методів гомогенізації, що забезпечує перехід до механіки елементів конструкцій з нанокомпозитів. Під вищезгаданою процедурою континуалізації розуміють заміну дискретної системи деякою неперервною системою (континуумом) з визначенням відповідних усереднених властивостей. Процес гомогенізації означає заміну кусково-однорідної неперервної системи деякою однорідною неперервною системою з визначенням відповідних усереднених властивостей. Аналіз фізико-механічних властивостей нанокомпозитів дає можливість обґрунтованого вивчення їх практичних застосувань у різних сферах науки та техніки, зокрема у демпфіруванні коливань конструкцій.

Демпфірування є важливим параметром при проектуванні конструкцій, для яких динамічні навантаження та керування коливаннями виявляються надзвичайно критичними. Явище демпфірування, що обумовлюється розсіянням енергії у конструкціях та матеріалах, є суттєвим фактором, оскільки зменшує резонансні амплітуди та шумові рівні коливань, що забезпечує стійкість, цілісність та довговічність конструкції. У авіації, автомобілебудуванні, ракетно-космічній техніці та інших галузях промисловості зростає потреба у матеріалах, які мають більш досконалі властивості, зокрема вищу питому міцність, високі модулі пружності та стабільні температурні характеристики разом із високою демпфіруючою здатністю. З огляду на те, що забезпечити такі властивості традиційними матеріалами дуже складно, все більшу цікавість

викликають композитні матеріали з полімерною матрицею та армуючими нанорозмірними частинками [5].

Незважаючи на безліч досліджень, присвячених матеріалам з карбовими нанотрубками та нановолокнами, перспективність застосування цих наноутворень щодо покращення демпфіруючих властивостей композитів значно менш вивчена. Традиційно для демпфірування коливань композитних конструкцій використовують в'язкопружні та електров'язкопружні полімерні матеріали. Останнім часом у ряді досліджень для конструкційного демпфірування та підвищення жорсткості в елементи конструкцій вводять полімерні композити, армовані карбовими нанотрубками [3, 5] та карбовими нановолокнами [6].

Волокнисті композити з полімерною матрицею можуть значно покращити як границю міцності на розтяг, так і демпфіруючу здатність інженерних конструкцій. Армування композитів карбовими нанотрубками у кількості всього 2 % по об'єму забезпечує подальший прогрес у цьому напрямку [5]. Деякі дослідження, зокрема, показують, що епоксидні плівки з багат шаровими карбовими нанотрубками покращують демпфіруючу здатність без зниження механічної міцності зі збереженням мінімальної надлишкової власної ваги. Нанотрубчасті плівки як проміжні армуючі прошарки між композитними шарами підвищують жорсткість та демпфірування усього шаруватого матеріалу [3].

Здатність карбових нанотрубок зберігати і міцнісні, і динамічні властивості матеріалу обумовлюється їх особливою природою. Надзвичайно покращений механізм розсіяння енергії, характерний для карбових нанотрубок, пояснюється особливостями міжфазного руйнування та значною енергією зв'язку між нанотрубками та полімерними молекулярними ланцюгами. Підвищена міцність карбових нанотрубок пов'язана зі специфічною модифікацією хімічної структури, що призводить до міцного зчеплення матриці з нановключеннями. Карбові нанотрубки можуть трактуватися як нанорозмірні одиничні пружинки або комбінації амортизуючих пружинок, існування яких обумовлюється зв'язками «вуглець-вуглець». При наявності покращеного механізму розсіяння енергії карбові нанотрубки дають можливість збільшувати демпфіруючу здатність за допомогою великої кількості нанотрубчатих демпферів, що є перспективним для нового покоління конструкційних матеріалів, які характеризуються зменшеною вагою, ударостійкістю та протишумовим опором [5].

Композити, армовані наночастинками, -трубками та -волокнами, є новим вирішенням проблеми демпфірування коливань, що передбачає розміщення нанорозмірних частинок всередині структури матеріалу,

що коливається [5]. Нова концепція демпфірування коливань за допомогою матеріалів з включенням наночастинок показує, що демпфірування може виникати на молекулярному рівні, і композити, армовані нановключеннями, здатні забезпечувати підвищену міцність та покращені динамічні та демпфіруючі властивості при широких діапазонах частот і температур.

Таким чином, композити, армовані нановключеннями, є перспективними матеріалами для забезпечення високого рівня демпфірування коливань у конструкціях, які працюють в умовах динамічних навантажень, зокрема у транспортних галузях (літаки, автомобілі, залізничний транспорт, морські судна), ракето-космічній техніці та будівництві. Застосування нанокомпозитів на полімерній основі дозволяє підвищити рівень розсіяння енергії. Розробка і впровадження таких матеріалів є однією з основних задач інженерної діяльності. Освоєння та використання наноматеріалів відкриває широкі можливості для створення нових конструкцій з прогнозованими властивостями.

Література

1. Erik T. Thostenson, Chunyu Li, Tsu-Wei Chou. Nanocomposites in context // *Composites Science and Technology*. – 2002. – № 65. – P. 491–516.
2. Гузь А.Н. Введение в механику нанокомпозитов: монография // А.Н. Гузь, Я.Я. Рушицкий, И.А. Гузь. – К.: Институт механики им. С.П. Тимошенко, 2010. – 398 с.
3. Jihua Gou, Scott O’Braint, Haichang Gu, Gangbing Song. Damping Augmentation of Nanocomposites Using Carbon Nanofiber Paper // *Journal of Nanomaterials*. – 2006. – P. 1-7.
4. Дубенець В.Г. Чисельний аналіз ефективних характеристик нанокомпозитних матеріалів / В.Г. Дубенець, О.О. Горбатко, О.Л. Деркач // *Вісник Чернігівського державного технологічного університету*. – Чернігів: ЧДТУ, 2012. – № 55. – С. 46-58.
5. M. Kireitseu. Vibration damping/dynamic properties of CNT-reinforced composite structures // *NSTI-Nanotech*. – 2006. – Vol.1. – P. 198-201.
6. K.T.V. Padal, K. Ramji, V.V.S. Prasad. Damping Behavior of Jute Nano Fibre Reinforced Composites // *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*. – 2014. – Vol.4, Issue 4. – P.753-759.

УДК 621.311.001.57

КОМПЛЕКСНА МОДЕЛЬ СТАНУ ПРОВОДУ ЛІНІЇ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

А.В. Галюга, А.Л. Приступа

Чернігівський національний технологічний університет, Україна

В останні роки, внаслідок реорганізації енергетичної галузі в Україні, спостерігається тенденція до зменшення інвестицій в

інженерну інфраструктуру енергетичних компаній. Разом з тим відбувається старіння основних фондів підприємств, що забезпечують передачу електричної енергії від об'єктів виробництва до кінцевих споживачів за активної розбудови приватного та дрібного виробничого сектору, що в свою чергу збільшує навантаження на розподільні мережі. Враховуючи фінансовий фактор, більш ефективним інструментом для енергокомпаній на сьогоднішній день є облік, контроль і нормування величини технологічних витрат електричної енергії. Оскільки найбільшу частку у загальній величині складають витрати електричної енергії у проводах ЛЕП, детальної уваги потребує дослідження впливу на характеристики проводу та зв'язану з ними величину ТВЕ, терміну експлуатації проводів та зовнішніх чинників, що діють на провід в процесі експлуатації [5]. На сьогодні існують як математичні моделі окремих явищ, що виникають у проводах, так і потужні програмні інструменти моделювання стану проводів ЛЕП. Більшість з них створено для мереж 110кВ і вище та все ж в них враховано не всі фактори, що призводять до зміни характеристик проводу та величини ТВЕ як кінцевого результату експлуатації проводів ЛЕП. Тому вбачається доцільним створення комплексної моделі стану проводу в прогоні ЛЕП (далі – модель), яка б враховувала сумарний вплив на провід, в частині зміни геометрії поперечного перерізу та лінійних розмірів, зовнішніх чинників та струмових навантажень, а також зміни механічних характеристик внаслідок впливу процесів, що пов'язані зі старінням та повзучістю матеріалу провідника.

Модель включає в себе наступні складові:

1. Механічна складова
2. Базова складова механічного стану.
3. Складова повзучості.
4. Складова старіння.
5. Електромагнітна (електрична) складова.
6. Температурна складова.
7. Складова корозії поверхні проводу.

Механічна складова моделі визначає розрахунок механічних напружень в проводі на основі рівняння стану проводу, виходячи з зовнішніх навантажень на провід, з урахуванням релаксації напружень під впливом повзучості проводу та зміни фізико-механічних констант під впливом старіння.

Електромагнітна (електрична) складова стану проводу визначає розрахунок активного опору з урахуванням поверхневого ефекту та ефекту близькості з розрахунком активного опору через питомий [3].

Температурна складова чисельно характеризує залежність температури поверхні проводу від зовнішніх факторів та струмових навантажень [2].

Незворотні процеси, пов'язані зі зменшенням поперечного перерізу внаслідок процесів електрохімічної корозії, враховані шляхом введення складової моделі, що характеризує корозію матеріалу [4].

Комплексна модель включає в себе змінні, які є спільними для всіх складових моделі та в тому числі вхідними для однієї зі складових та вихідними для іншої, тобто чисельні розрахунки потрібно проводити шляхом розв'язання рівнянь складових з уточненням вихідних величин між складовими моделі.

Таблиця 1. Перелік взаємопов'язаних змінних

Змінна	Складові моделі			
	Механічна	Електрична	Температурна	Модель корозії
Діаметр проводу	вихідна	вихідна	вихідна	вихідна
Температура поверхні проводу	вихідна	вихідна	вихідна	вихідна

Структура зв'язків між складовими моделі наведена на рисунку 2.

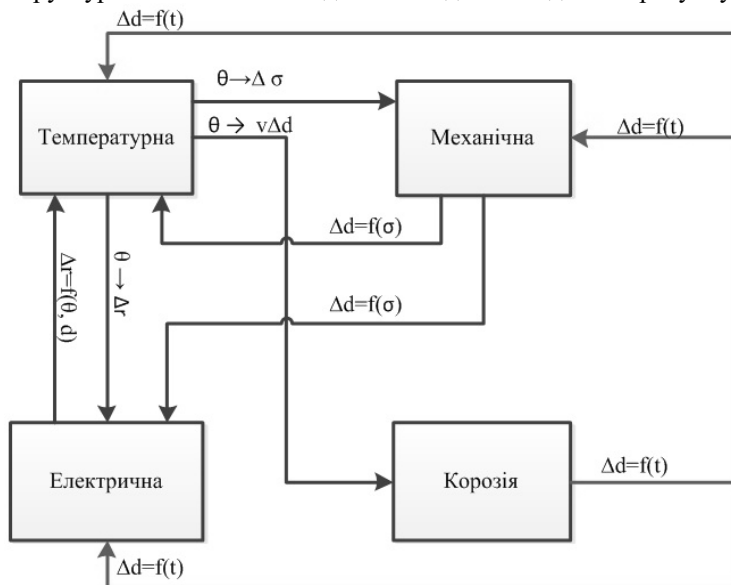


Рис. 2. Структурна схема зв'язаних внутрішніх змінних

З урахуванням того, що фізичні процеси у проводі в тому числі і деформація мають адитивний характер, моделювання режиму проводу відбувається ітераційним шляхом. Вхідні параметри на початку моделювання (перша ітерація) формують температуру поверхні

проводу. Згідно неї уточнюється величина активного опору, яка входить як до температурної так і до електромагнітної складової. Це досягається шляхом розв'язання системи рівнянь, що включає в себе рівняння температурного стану проводу та рівняння визначення опору проводу на основі температурного коефіцієнта опору, питомого опору матеріалу, початкових геометричних розмірів, коригуючих коефіцієнтів поверхневого ефекту та магнітних втрат.

Температура проводу передається в механічну складову, де у відповідності до неї та зовнішніх навантажень на провід відбувається розрахунок механічних напружень та зміни геометрії проводу з урахуванням релаксації напружень внаслідок повзучості.

Також температура поверхні проводу передається до складової корозії, яка вносить зміни до величини поперечного перерізу.

Кінцеві, для прийнятого інтервалу часу, розраховані значення температури та діаметра проводу, з урахуванням зменшення його величини внаслідок корозії приймаються початковими для наступного інтервалу часу.

Подальші зусилля будуть спрямовані на дослідження в галузі впливу поверхневого ефекту, зміни фізико-механічних констант матеріалу проводу під впливом зовнішніх чинників та визначення величини інтервалу часу для усереднення дії на провід факторів, які мають змінний у часі характер.

Література

1. Крюков К.П., Новгородцев Б.П. Конструкции и механический расчет линии электропередачи. – 2-изд. перераб. п доп. – Л.: Энергия. Ленингр. отд-ние, 1979, 312с., ил.
2. IEEE Standard for Calculating the Current-Temperature of Bare Overhead Conductors. IEEE Standard. Approved 16.11.2006. New York: IEEE-SA Standards Board, 2006. 69p.
3. V.Klipovic-Gledja, V.T. Morgan and R.D. Findlay. A UNIFIED MODEL FOR PREDICTING THE ELECTRICAL MECHANICAL AND THERMAL CHARACTERISTICS OF STRANDED OVERHEAD-LINE CONDUCTORS [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=405632&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fiel2%2F3218%2F9123%2F00405632.pdf%3Farnumber%3D405632>
4. Шкрабец Ф.П. Влияние коррозии алюминия на электрические параметры ЛЭП / Ф.П. Шкрабец, П.Ю. Красовский // Гірн. електромеханіка та автоматика: наук.-техн. зб. – 2007. – Вип. 79. – С. 36-39.
5. Галюга, А.В. Щодо уточнення розрахунку технологічних витрат електричної енергії / А.В. Галюга, А.Л. Приступа // Збірник матеріалів науково-технічної конференції : тез. конф., Фізика, електроніка, електротехніка / Сумський державний університет. – Суми, 2014. – 182с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЛОГИСТИКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

А.С. Посадская

Черниговский государственный институт экономики и управления, Украина

В Украине для области сельского хозяйства внедрение логистических информационных систем в большинстве случаев предполагает использование систем GPS мониторинга для транспортной техники. Поэтому необходимо разработать такую логистическую систему, основными задачами которой будут:

- планирование перевозок;
- маршрутизация;
- прогнозирование, распределение и планирование материальных ресурсов;
- планирование привлечения дополнительных ресурсов;
- использование временной инфраструктуры;
- анализ сетевых данных, в т. ч. составление путевых листов и расчет стоимости транспортировки.

Цепочка логистического потока изображена на рис.1., и включает такие составляющие:



Рис.1. Структурная схема логистического потока

Как правило, в своей постановке такие задачи сводятся к оптимизационным задачам,

Для их решения мы использовали генетические алгоритмы [1]. Их применение позволило снизить скорость поиска области наилучших решений за счёт того, что эти алгоритмы не перебирают все возможные значения, а, подражая биологической эволюции, отбирает на каждом шаге все лучшие решения. Для этого был использован пакет программ Evolver.

Для расчета и построения маршрутов транспортных средств на основе данных о транспортной сети (в том числе: анализ местоположения, анализ времени в пути, моделирование пространственного взаимодействия) применяем модуль ArcGIS Network Analyst, который позволяет решать широкий спектр задач на основе анализа географических данных [2].

Используя расширенные возможности сетевой модели, можно значительно увеличить функциональность данных: сложные повороты, веса, барьеры, возможность работы в многопользовательском режиме, точная и иерархическая маршрутизация.

На рис.2 показан пример поиска оптимального маршрута с использованием набора сетевых данных.



Рис.2. Вычисление оптимального маршрута

Преимуществами подсистемы, построенной на базе ArcGIS, являются: рост скорости обмена информацией, уменьшение количество ошибок в учете, уменьшение объема непродуктивной, «бумажной» работы, решение задач оптимизации маршрута, применение временных и постоянных хранилищ, создание типовых маршрутов.

Литература

1. Снитюк В.Є. Прогнозування. Моделі. Методи. Алгоритми. Навчальний посібник (для студентів вищих навч. закл.) / В.Є. Снитюк. – К.: Маклаут, 2008. – 364 с.
2. ArcGIS Resources [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://resources.arcgis.com/en/communities/>

УДК 004.32.2

ПІДСИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ПРОЕКТАХ ДІАГНОСТИКИ ЕНЕРГООЩАДНОСТІ БУДІВЕЛЬ МУНІЦИПАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

Д.В.Маргасов, І.С.Скітер Т.В.Плахогіна

*Чернігівський державний інститут економіки і управління, Україна
Чернігівський національний технологічний університет, Україна*

Процес управління проектом термомодернізації будівель та прийняття рішень про його ефективну реалізацію може бути

проведений на основі створення інформаційної підсистеми підтримки прийняття рішення щодо параметрів енергоефективності будівель [1]. Для розробки такого програмного продукту необхідно:
визначити модель життєвого циклу створення ПЗ;
провести аналіз предметної області;
з'ясувати цілі та завдання підсистеми;
розглянути UML діаграми основних задач підсистеми.

Для розробки ПЗ в роботі використано каскадну модель.

Каскадну модель можна розглядати як модель ЖЦ, придатну для створення першої версії ПЗ з метою перевірки реалізованих в ній функцій. При супроводі і експлуатації можуть бути виявлені різного роду помилки, виправлення яких спричинить повторне виконання всіх процесів, починаючи з уточнення вимог [2].

Аналіз предметної області полягає у виявленні енерговитрат і втрат енергії без додаткового обладнання, тимчасових витрат, без залучення сторонніх фахівців.

Рішення задачі полягає в розробці програмного засобу, який забезпечить проведення аналізу та обробку різнорідних даних про об'єкти регіональної чи муніципальної інфраструктури.

Цільовими користувачами програмного засобу можуть бути особи державних установ, ЖЕКу, інженери будівельної компанії і не тільки, основні потреби яких програмний засіб повинен задовольняти при реалізації задач проведення енергоаудиту.

Основною метою підсистеми є моніторинг енергоефективності будівель муніципальної власності. Головна задача підсистеми полягає в проведенні аналізу та обробці різнорідних даних про об'єкти муніципальної власності стосовно енергоефективності будівель.

Основні завдання підсистеми та програмного продукту :

1. Перегляд термографії об'єктів. Попередні умови: наявність об'єктів в базі даних об'єктів. Об'єктом може бути будь-яка муніципальна власність (школа, будинок, лікарня і т.д.).

Підзадачі: перегляд карт об'єктів різних типів; перегляд всіх об'єктів.

Для кожної підзадачі доступна можливість вибрати адресу за типом об'єкту.

2. Групування об'єктів за станом рівня втрат і за типом об'єкта. Попередні умови: наявність об'єктів в базі даних об'єктів; наявність даних які описують стан рівня втрат; вибрані об'єкти для термографії об'єктів.

Підзадачі: вибір групування об'єктів за заданим рівнем енерговитрат; вибір місця втрати теплоенергії:

3. Класифікація об'єктів за величиною збитків. Попередні умови: наявність об'єктів в базі даних об'єктів; наявність даних які описують

стан рівня втрат; вибір об'єктів для термографії на вкладці «Термографія об'єктів»; наявність даних для класифікації.

Підзадача: вибір групування об'єктів за заданим рівнем енерговитрат: вибір місця втрати теплоенергії:

4. Відображення сумарних збитків теплоенергії та фізичних показників, за типом об'єктів виходячи з критичного стану об'єкта.

Попередні умови: наявність об'єктів в базі даних об'єктів; наявність даних які описують стан рівня втрат; наявність даних для підрахунку збитків теплоенергії; наявність бази знань прийняття рішень щодо зменшення збитків; наявність даних фізичних показників; вибрані об'єкти для термографії на вкладці «Термографія об'єктів».

Підзадача: аналогічні попереднім пунктам

5. СППР

Завдання направлене на допомогу користувачеві оцінити можливі засоби до мінімізації збитків.

Попередні умови: 1) наявність об'єктів в базі даних об'єктів; 2) наявність даних які описують критичний стан; 3) наявність даних для підрахунку збитків теплоенергії; 4) наявність даних для підрахунку грошових збитків; 5) наявність даних фізичних показників; 6) наявність бази знань допомоги щодо зменшення збитків; 7) вибрані об'єкти для термографії на вкладці «Термографія об'єктів».

Підсистема направлена на аналіз та обробку різнорідних даних щодо енергозбереження в об'єктах муніципальної власності.

Підсистема повинна виконувати наступні завдання:

1. Термографію об'єктів муніципальної власності;
2. Визначення критичних станів об'єктів муніципальної власності;
3. Групування та класифікація отриманих даних виходячи від величини втрат тепла;
4. Оцінку економічних та фізичних втрат;
5. Оцінку теплових втрат;
6. Оцінку вартості заходів щодо зменшення втрат;
7. Пропонування рекомендації щодо вартості заходів, рівню критичності втрат тощо.

Для проектування підсистеми необхідними умовами є: вибір серверу баз даних, мови програмування та середовища розробки для прототипу системи. Після проведення попереднього етапу ставиться задача побудови та опису прототипу[3].

Основними засобами розробки підсистеми на початковому етапі є вибір серверу баз даних та мови реалізації програмного продукту [4].

Оптимальним за параметрами швидкості, потужності, управління, тощо для реалізації поставлених завдань сервером баз даних обраний PostgreSQL.

Для розробки підсистеми управління проектами термомодернізації будівель в роботі пропонується використовувати мову об'єктно-орієнтованому програмування Java.

У ролі середовища розробки було обране середовище NetBeans. Дане середовище розробки призначена для написання і налагодження програм, написаних на Java. Вибір мови програмування обумовлений його функціональної повнотою та відповідністю для написання проектів, що взаємодіють з БД, зокрема PostgreSQL.

Література

1. Ратушняк Г.С. Управління проектами енергозбереження шляхом термореновації будівель. / Ратушняк Г.С., Ратушняк О.Г. - Навчальний посібник. - Вінниця: ВНТУ, 2006.- 106с.
2. М. Дацко, Г. Семенів Аналіз моделей життєвого циклу проектів галузі інформаційних технологій// Формування ринкової економіки в Україні. 2008. Вип. 18. С.63-69
3. Аракчеев Д.Б. Компьютерная система поддержки принятия управленческих решений «Эксперт»// Геоинформатика 2001. №2 С.33-37.
4. Базы знаний интеллектуальных систем/ Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. - СПб.: Питер, 2001. - 384 с: ил.

УДК 51.77

ОБЗОР ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ УПРАВЛЕНИЯ ТРУДОВЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ РЕГИОНА

^{1,2}И.В. Зайцева, ^{1,3}М.В. Попова

¹ФГОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет»,
Россия

²ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», Россия

³ГАОУ ВПО «Невинномысский государственный гуманитарно-технический институт», Россия

Имитационное моделирование является сегодня мощным и перспективным инструментом конструирования и последующего исследования сложных экономических процессов. Имитационное моделирование позволяет объединять математические методы с практическим и теоретическим опытом специалистов-практиков.

Современные вычислительные средства позволили существенно увеличить сложность используемых моделей при изучении систем, появилась возможность построения комбинированных, аналитико-имитационных моделей, учитывающих все многообразие факторов, имеющих место в реальных системах, т. е. использования моделей, более адекватных исследуемым явлениям.

Перспективным и значимым для теории и практики системного моделирования является дальнейшее развитие научных основ моде-

лирования с ориентацией на новые информационные технологии в научных исследованиях, проектировании, управлении и обучении [4].

Для информационного общества характерно полное удовлетворение информационных потребностей при завершении формирования единой информационной среды, которая определяет и информационную культуру общества и каждого человека. Информационная культура не ограничивается системой знаний в области информационных процессов и должна включать активно-преобразовательный аспект отношения к миру. В создании информационной культуры лидирующая роль принадлежит образованию [5].

Достижениями информатики, в которой, как в научном направлении, можно выделить 3 уровня: физический - программно-аппаратные средства вычислительной техники и техники связи, т. е. средства телематики (телекоммуникаций и информатики); логический - информационные технологии; прикладной - пользовательские информационные системы. Исходя из этого, можно провести анализ мирового состояния и тенденций развития процесса информатизации и место компьютерного (машинного) моделирования в этом многогранном процессе.

Важно отметить, что, говоря о совокупности средств информатизации, следует иметь в виду не только средства вычислительной техники и некоторую «сумму информационных технологий», но также и сумму общественных знаний и умений по использованию указанных средств, которая может быть определена как уровень общественного (или организационного) обучения. Очевидно, что ни одна предметная область, в том числе и машинное моделирование, не может перешагнуть через некоторые объективные стадии такого общественного обучения. Этот факт впервые был облечен в форму модели стадий роста Р. Ноланом в 1979 г. Эта модель показывает, как изменяются расходы на информатизацию, которые определяют уровень организационного обучения, в зависимости от степени проникновения информационной технологии в деятельность организации. Таким образом, наряду с психологической необходимо обеспечить и профессиональную подготовленность пользователей. Особенно это актуально в сфере использования ЭВМ для целей имитации широкого класса систем [6].

Исторически первым сложился аналитический подход к исследованию систем, когда ЭВМ использовалась в качестве вычислителя по аналитическим зависимостям. Анализ характеристик процессов функционирования больших систем с помощью только аналитических методов исследования наталкивается обычно на значительные трудности, приводящие к необходимости существенного упрощения моделей либо на этапе их построения, либо в процессе

работы с моделью, что может привести к получению недостоверных результатов.

Поэтому в настоящее время наряду с построением аналитических моделей большое внимание уделяется задачам, оценки характеристик больших систем на основе имитационных моделей, реализованных на современных ЭВМ с высоким быстродействием и большим объемом оперативной памяти. Причем перспективность имитационного моделирования как метода исследования характеристик процесса функционирования больших систем возрастает с повышением быстродействия и оперативной памяти ЭВМ, с развитием математического обеспечения, совершенствованием банков данных и периферийных устройств для организации диалоговых систем моделирования. Это, в свою очередь, способствует появлению новых «чисто машинных» методов решения задач исследования больших систем на основе организации имитационных экспериментов с их моделями. Причем ориентация на автоматизированные рабочие места на базе персональных ЭВМ для реализации экспериментов с имитационными моделями больших систем позволяет проводить не только анализ их характеристик, но и решать задачи структурного, алгоритмического и параметрического синтеза таких систем при заданных критериях оценки эффективности и ограничениях.

Достигнутые успехи в использовании средств вычислительной техники для целей моделирования часто создают иллюзию, что применение современной ЭВМ гарантирует возможность исследования системы любой сложности. При этом игнорируется тот факт, что в основу любой модели положено трудоемкое по затратам времени и материальных ресурсов предварительное изучение явлений, имеющих место в объекте-оригинале. И от того, насколько детально изучены реальные явления, насколько правильно проведена их формализация и алгоритмизация, зависит в конечном итоге успех моделирования конкретного объекта.

В [0] выделены различные типовые задачи, решаемые средствами имитационного моделирования в процессе управления экономическими объектами: моделирование процессов логистики для определения временных и стоимостных параметров; управление процессом реализации инвестиционного проекта на различных этапах его жизненного цикла с учетом возможных рисков и тактики выделения денежных сумм; анализ клиринговых процессов в работе сети кредитных организаций; прогнозирование финансовых результатов деятельности предприятия на конкретный период времени; бизнес-реинжиниринг несостоятельного предприятия; анализ адаптивных свойств и живучести компьютерной региональной банковской информационно-системы; оценка параметров надежности

и задержек в централизованной экономической информационной системе с коллективным доступом; анализ эксплуатационных параметров распределенной многоуровневой ведомственной информационной управляющей системы с учетом неоднородной структуры, пропускной способности каналов связи и несовершенства физической организации распределенной базы данных в региональных центрах; моделирование действий курьерской вертолетной группы в регионе, пострадавшем в результате природной катастрофы или крупной промышленной аварии; анализ, сетевой модели PERT (Program Evaluation and Review Technique) для проектов замены и наладки производственного оборудования с учетом возникновения неисправностей; анализ работы автотранспортного предприятия, занимающегося коммерческими перевозками грузов, с учетом специфики товарных и денежных потоков в регионе; расчет параметров надежности и задержек обработки информации в банковской информационной системе.

В настоящее время наиболее распространены следующие пакеты систем имитационного моделирования [0]:

GPSS World (General Purpose Simulation System, компания «Minuteman Software», США);

Process Charter-1.0.2 (компания «Scitor», Менло-Парк, Калифорния, США);

Powersim-2.01 (компания «Modell Data» AS, Берген, Норвегия),

Ithink-3.0.61 (компания «High Performance Systems», Ганновер, Нью-Хэмпшир, США);

Extend+BPR-3.1 (компания «Imagine That!», Сан-Хосе, Калифорния, США);

ReThink (фирма «Gensym», Кембридж, Массачусетс, США);

Micro Saint (фирма «Calspan Advanced Technology Center», Colorado, США);

Pilgrim (Россия).

Система GPSS World [0], разработанная компанией Minuteman Software (США), – мощная среда компьютерного моделирования общего назначения, разработанная для профессионалов в области моделирования. Это комплексный моделирующий инструмент, охватывающий области как дискретного, так и непрерывного компьютерного моделирования, обладающий высочайшим уровнем интерактивности и визуального представления информации.

Функциональное назначение пакета Micro Saint [0] – фундаментальное переосмысление и радикальное перепроектирование деловых процессов для достижения резких, скачкообразных улучшений в деятельности фирмы, т.е. в стоимости, качестве, сервисе

и темпах развития. Пакет Micro Saint обладает большой мощностью, гибкостью, быстродействием.

Пакет Pilgrim [0] позволяет использовать различные виды имитации: временной, пространственной и финансовой, а также финансовой динамики моделируемых объектов. Данный пакет позволяет создавать дискретно-непрерывные модели, которые обладают свойством коллективного управления процессом моделирования. Пакет Pilgrim позволяет в текст модели вставлять любые блоки с помощью стандартного языка C++.

Использование имитационных моделей в процессе управления экономическими объектами открывает новые возможности по концептуальному анализу проблем их функционирования, сокращению сроков разработки перспективных проектов, а также организации эффективной работы экономических объектов.

Литература

1. Боев В. Д. Моделирование систем. Инструментальные средства GPSS World. - Санкт-Петербург:BNV-Санкт-Петербург, 2004 г. - 368 с.
2. Емельянов А.А. и др. Имитационное моделирование экономических процессов: Учебное пособие / А.А. Емельянов, Е.А. Власова, Р.В. Дума. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 368 с.: ил.
3. Кораблин М.А. Информатика писка управленческих решений. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 192 с.: ил.
4. Зайцева И.В.Решениязадачи оптимального управления математической моделью сложной экономической системы//Вестник Ставропольского государственного университета, 2010. - Выпуск 70 (5). - С. 16 – 21.
5. Зайцева И.В., Попова М.В. Региональный рынок труда: проблемы равновесия и регулирования // «Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки», 2011, № 5 (132). - С. 55-59.
6. Zaitseva I., Popova M. Technique to study the employment potential of the region: economic-mathematical aspect // World Applied Sciences Journal 22 (1): 22-25, 2013.

УДК 334.7

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИБЫЛИ И РИСКОВ ЛИЦЕНЗИАРА

И. Д. Котляров

*Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики,
Россия*

Рассмотрим ситуацию продажи лицензии, при которой лицензиат получает право на производство продукта под торговой маркой лицензиара и на его продажу на определенной территории. Пусть L – конечная цена продукта, выпускаемого по лицензии (для простоты предположим, что она равна той цене, по которой лицензиар сам продает свой продукт), P – цена продукта-аналога, выпускаемого

лицензиатом. Пусть $L > P$. Предположим, что чем больше разница между L и P , тем сильнее технологическое и маркетинговое отставание лицензиата от лицензиара (соответственно, тем большие инвестиции ему потребуется совершить для освоения производства и дистрибуции лицензионного продукта, и тем выше риск того, что выпускать продукт, полностью соответствующий требованиям лицензиара, он окажется не в состоянии).

Рассмотрим, каково должно быть соотношение цен на продукт лицензиара L и на собственный продукт лицензиата P , чтобы прибыль лицензиата от сотрудничества с лицензиатом (т. е. общая сумма выплаченных лицензиатом роялти) была максимальной. По сути дела, речь идет о модели отбора лицензиата на основе сравнения цены на его продукт с ценой продукта лицензиара. В традиционной модели рекомендуется максимизировать разницу между этими ценами, поскольку с экономической точки зрения роялти выплачиваются с того дополнительного дохода, который лицензиар получает от продажи лицензионного продукта (по сравнению с продажей такого же количества собственного продукта-аналога) [1]. Однако традиционная модель не учитывает риск провала попытки освоения лицензиатом производства и выпуска лицензионного продукта. В предлагаемой работе мы попробуем учесть этот риск для одной частной ситуации продажи лицензии, а именно:

- Если лицензиат освоил выпуск лицензионной продукции в соответствии со всеми технологическими и маркетинговыми предписаниями лицензиара, то он будет продавать продукт по цене L , которая будет служить основой для расчета роялти;

- Если лицензиат не смог освоить выпуск лицензионного продукта в соответствии со всеми предписаниями лицензиара, то он будет продавать продукт под торговой маркой лицензиара, но по цене P , которая и будет служить основой для расчета роялти.

Для упрощения предположим, что все потенциальные лицензиаты, возможность сотрудничества с которыми рассматривает лицензиар, способны выпустить одно и то же количество лицензионного продукта.

Пусть вероятность того, что лицензиат сможет освоить выпуск лицензионного продукта, равна $\frac{P}{L}$. Тогда предполагаемый доход лицензиара Π от сотрудничества с лицензиатом будет равен

$$\Pi = k \frac{P}{L} L + k \left(1 - \frac{P}{L}\right) P = 2kP - \frac{kP^2}{L},$$

где k – ставка роялти.

Найдем максимум функции $\Pi(P)$:

$$\frac{d\Pi}{dP} = 2k - \frac{2kP}{L} = 2k\left(1 - \frac{P}{L}\right).$$

Очевидно, что эта функция имеет максимум при $P = L$ (т. е. лицензиару следует заключать договор с тем потенциальным лицензиатом, стоимость продукта которого равна цене продукта лицензиара), что, с одной стороны, противоречит традиционной рекомендации максимизировать разницу между P и L , а с другой – не соответствует интересам лицензиата, который, в случае равенства $P = L$, не только не получит дополнительного дохода, но и уменьшит прибыль за счет необходимости выплачивать роялти.

Однако эти противоречия кажущиеся.

Прежде всего, несоответствие традиционному подходу объясняется тем, что в нем не учитываются риски неспособности лицензиата освоить производство и сбыт лицензионного продукта.

Что же касается несовпадения полученной рекомендации с интересами лицензиата, то его можно объяснить следующим образом: лицензиар будет стремиться отбирать тех лицензиатов, которые освоили выпуск продукта-аналога, по своим техническим и маркетинговым характеристикам в максимальной степени соответствующего продукту лицензиара (и, следовательно, минимально отклоняющегося от него по цене – ситуация строгого равенства цен $P = L$ вряд ли возможна). Иначе говоря, цена продукта лицензиара будет несколько выше цены продукта лицензиата, но эта разница будет объясняться не разрывом между технологиями лицензиата и лицензиара, а исключительно большей стоимостью бренда лицензиара. Фактически в этой ситуации, если предельно упростить ее, лицензиат начинает выпуск своей собственной продукции (возможно, внося в нее минимальные доработки, сводящиеся, по сути дела, к переналадке производственной линии) под торговой маркой лицензиара. В этой модели максимизируется доход и минимизируются риски лицензиара, а лицензиат получает возможность извлечь дополнительную прибыль за счет использования более известной торговой марки лицензиара.

Отметим, что описанная выше ситуация может послужить основой для оценки стоимости бренда. Премия за бренд в этом случае будет рассматриваться как та дополнительная наценка, которую получает лицензиат при продаже единицы лицензионного продукта (по сравнению с ценой выпускаемого им самостоятельно продукта-аналога), не инвестировав при этом ни в производство, ни в систему дистрибуции.

Литература

1. Инновационный менеджмент: Концепции, многоуровневые стратегии и механизмы инновационного развития / Под редакцией В. М. Аньшина, А. А. Дагаева. М.: Дело, 2007. – 584 с.

УДК 004.94

ИММИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПОДСИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ЦЕНТРА ДИСПЕТЧЕРСКОГО ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

И.В. Михайлюк

Черниговский национальный технологический университет, Украина

Исходя из специфики сельскохозяйственного предприятия и требований, накладываемых системой автоматического управления, диспетчерская подсистема должна обеспечить: контроль выполнения исполнительного плана, контроль качества выполнения сельскохозяйственных операций и в целом качества выполнения работ, решение задач обеспечения сохранности урожая и ресурсов в связи с воздействием внешних и внутренних факторов (погодные условия, вредители, болезни, кражи ресурсов и урожая и др.) [1].

В общем случае, для оперативного управления скорость реакции (t_p – время реакции) на отклоняющее событие зависит от: времени сбора информации и выявления отклонения (t_1), времени принятия решения (t_2), и времени затраченного на доставку управляющего сигнала (t_3):

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 \quad (1)$$

Имеется в виду, что чем меньше каждая составляющая, тем выше скорость реакции, и тем лучше работает система.

Современное сельскохозяйственное предприятие представляет собой сложную распределенную систему, в состав которой входят множество разнородных объектов управления, на нее сильное воздействие оказывают внешние воздействующие факторы, такие как погодные условия, социальная среда и т.д. [2].

Для минимизации времени t_1 и t_3 необходимо создание систем сбора и передачи данных. Для минимизации времени принятия

решения t_2 в классической схеме системы поддержки принятия решения как вариант можно применить метод экспертных оценок, метод анализа иерархий и алгоритм многокритериальной оценки альтернатив решений [4]. Но, как было подмечено выше, объект автоматизации является распределенным и сложным, что говорит о большей сложности создания математических моделей.

Уменьшение времени реакции на событие это только одна составляющая, влияющая на работу системы, также есть такие составляющие как качество принимаемых решений и качество выявления нештатных ситуаций, нарушений или отклонений от плана.

Предлагаемый подход заключается в следующем:

1. На этапе выявления событий, важной особенностью есть определение косвенных параметров. Например, для операции вспашки по превышенному расходу топлива можно выявить такие события как эксплуатация техники в нештатном режиме, превышение глубины вспашки, поломку агрегата, слив топлива и т.д. Для выявления подобных событий, необходимо в режиме периодического запуска моделировать процесс выполнения операции и по состоянию модели генерировать события. Соответственно необходимо построить имитационные модели для каждой предметной области, для каждой группы событий.

2. На этапе принятия решения (выбора варианта управляющего воздействия) диспетчер должен иметь доступ к моделированию последствий принимаемого решения [3]. Также важно для корректировки цели управления периодически запускать модели, проверять их на возможность реализации в зависимости от влияния внешних и внутренних факторов. Например при недостатке горючего, диспетчер логистики должен иметь в виду то, что необходимо оптимизировать путь транспортных средств по затратам топлива, иначе выполнение работы может быть сорвано. Отличием от задач системы планирования будет то, что исполнительный план является основой для работы диспетчерской системы, а оперативное вмешательство нацелено на минимизацию потерь ресурсов, времени и продукции.

Литература

1. Бальченко И.В. Особенности построения автоматизированной системы управления сельскохозяйственным предприятием / И.В. Бальченко, В.В. Литвинов, В.П. Клименко // Математичні машини і системи, 2013. т. № 4. - С. 82-94
2. Бальченко И.В. Особенности информационных технологий управления сельскохозяйственным предприятием / И.В. Бальченко, В.В. Литвинов, В.П. Клименко // Вісник Чернігівського державного технологічного університету, 2013. т. № 4. - С. 82-94

3. Литвинов В.В Методы построения имитационных систем/ Литвинов В.В., Марьянович Т.П.; АН УССР. Ин-т кибернетики им. В.М. Глушкова. – Киев: Наук думка . 1991 – 1991 – 120 с. – ISBN 5-12-002356-8
4. Томашевський В.М. Моделювання систем / В.М. Томашевський. – К.: Видавнича група BVH, 2005. – 352 с.

UDC 004.632.5

USING POLYNOMIAL FUNCTIONS OF ADDRESSING

E.V. Skakalina

Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University, Ukraine

Some applications collect more data than they can respond to them. For example, a fleet management system of the company freight road transport or taxi can record data about the current position of the vehicle more often than position hire requested managers fleet. In these cases, the organisation of the index B-tree, unlike the traditional approach, it should be optimized to improve performance of inserts and updates, not requests. Another area of application of the methods discussed in this review, is the index of the continuous streams of data. Reasonably well understood filtering threads on the fly, but for streams containing the IDs of the objects of the real world, you often need a mapping with static data, as well as with other threads. Therefore it is necessary to collect data streaming, usually in the order of their receipt, and their indexing by attributes that differ from the time of receipt. Sometimes require multiple indexes that support different orders. For example, to ensure effective and near-instantaneous detection of fraud in the flow of data about transactions with credit cards, you may need an index on a card number, identification data of the client (the client can lose a few credit cards at the same time) and data on the seller (the dishonest employee may fraudulently pay with credit cards many clients) [1].

One of the main ways that affect the performance of a data processing system at the stage of their operation is selected storage structures and methods of data retrieval, among which a significant role is played by the so-called methods of calculation address (also called methods conversion “key-address”, computational methods of access). The essence of these methods lies in the existence of the algorithm, the transformation of key-value entries in the address of its location in the file. Obviously, this is the fastest search methods, since implementation of this algorithm requires only CPU operations. If to consider, that the keys that define the recording file, consisting of some characters of the alphabet

$A = \{a_1, a_2, \dots, a_p\}$ unequivocally to compute the address ADR_j key K_i , for example, using Gudelju numbering [2], or using the formula

$$ADR = \sum_{j=1}^l (a_j P^{l-j}) + 1 \quad (1)$$

where a_j code of the j -th symbol key, $a_j \in \{0, 1, \dots, P-1\}$;

P - power Alphabet A ;

l - length of the key.

With the help of formula (1) can be calculated and unambiguous address of record of a file, the values of quantities included in the formula would be:

A_j - code j on record attribute or a composite primary key accounts;

P - capacity of sets of attribute values;

l - the number of attributes included in the record, or a composite primary key.

Using this formula, the band received addresses of order P^l that at longer key l and power alphabet generates a range of addresses which can be processed by computer, additionally, the capacity of the existing set of keys of course several orders of magnitude smaller than this range, which leads to inefficient use of external memory.

Another widely known and often used method of this class is hashing [2]. The conversion of a key to the hash is typically in 3 stages:

1. If the key is not a numeric, then it turns into a number without loss of information contained in the key (for example, for a literal key is usually used his host coding);
2. The keys in the numeric image turns into a set of randomly distributed numbers whose values are of the same order as the addresses of main memory (it is desirable to set the keys were distributed as evenly in the range, translated to a valid address);
3. The resulting numbers are multiplied by a constant, which allows you to place them firmly in the value of the address main area.

The efficiency of the methods hashing, significantly depends on the following factors [3,4]:

Plot size (blocks) of records;

The density of filling (load factor);

The translation algorithm key in address;

Organization of work with regions overflow.

The main disadvantage of the method of hashing is the inability ordered the file is processed by key, resulting in inefficient ways of building the index files, address precisely these tasks. In this work a method of constructing the index files using algorithms address, which would be effective in speed as a means of hashing, and at the same time allows for streamlined processing of the records of the file or search within a specific range.

The essence of the method consists in the following:

1. All of the address space is divided into z address areas;

2. Processing the input file in any arbitrary order, for each key-value calculated his address according to the formula (1) and simultaneously calculate the distribution of keys on sites U_0 .
3. On the basis, in the General case is quite uneven distribution of keys, build “pseudorandomly” distribution U_1 defined function addressing for each site.

For consideration of the method we introduce the following notation:

N - number of records in the file;

b - block size (in bytes);

l - key length (in bytes);

d -length service part in the recording of the index file;

$L = (l + d)$ - the length of a record in the index file;

$B = (b / L)$ - volume of the block I/o in the records;

P - power of the alphabet that defines the values of the keys account;

$R=(N/B)=Nl/b$ - the number of blocks to store the index file;

Z is the number of different addresses, that are produced by addressing.

The Z value must satisfy the condition $R \leq Z \leq N$, to key search was carried out by a single call to an external device.

At $Z=N$, are addressing to record, and when $Z=R$ to the unit.

To reduce the range of addresses that are generated in the formula (1) can decrease the value of R , or to determine the address to use only part of the key, long t , given that $P^t=Z$. The first approach is more difficult in computing terms, however, retains incoming distribution of keys in the address space, the second method is more simple, but due to the considerable overlap the initial character of a key (which is very common in real terms), will give a large number of collisions. Therefore, further arguments will be based on reducing the capacity of the alphabet, In this case the address should be calculated according to the modified formula (2).

$$ADR = \sum_{j=1}^t l/S(a_j P^{N^t-j}) + l \quad (2)$$

where S is the coefficient of reduction of the input power of the alphabet;

$PN=P/S$ “pseudomodelst” “new alphabet”

The S value is selected from the ratio $PN^t = (P/S)^t = Z$, whence $S=P/\sqrt[t]{Z}$. Then the algorithm for retrieving the address will consist of the following steps:

S1. For selected values Z_i known values of P and l , the value of the parameter S .

S2. Conduct consistent treatment of key values and calculating addresses for each of them determined by the initial distribution U_0 keys Z targeted areas.

S3. "Cleared" the distribution, after analyzing the data. The full range of addresses again divide the new Z plots but in such a way that each of them has got at N/Z keys, while inside the input parcel distribution is uniform.

(Thus after this step for each new addressing the plot know the start and end addresses of the keys that enter into it).

S4. On the basis of a new distribution U_1 build interpolation polynomial of degree Z describing the distribution of keys, and at the same time, what is the function of addressing.

We illustrate these points with a simple example. Suppose that $N = 100$, $l = 20$, $d = 6$, $L = L + d = 10$,

$$b=L * B=200, P = 20.$$

1 step. Determine the value of S : $S=20/\sqrt[5]{5}=15.3$

2 step. Determine the distribution of keys on 5 address areas. Suppose that in the result of the calculation in the targeted areas were respectively 10, 30, 20, 5 and 35 of the keys.

3 step. Assuming that inside each plot keys are distributed evenly defined address the verge of new sites so that each of them was a $N/Z=100/5=20$ keys. These limits are respectively equal to 1.33, 2.00, 3.00, 4.43, 5.00.

On the basis of the data obtained by the well-known interpolation algorithms are building a polynomial of 5-th class , which is $A N = \sum_{i=0}^5 a_i A D R^i$.

Further modification of the method was developed in directions, first, reducing the address of polynomials, due to their approximation in a greater number of points by the least squares method, and , secondly, the definition of methods of organization and management of dynamic indexes that are required during operation of the information system, the changes required amount of external memory and, as a result, addressing features.

Литература

1. Thomas M. Connolly, Carolyn E. Begg (2003). Database Systems. A Practical Approach to Design, Implementation And Management . Addison-Wesley.
2. A. T. Bertziss (1974). The Data Structure . Moscow : Statistic.
3. Teorey T., J. and Fry J. P. (1982). Design of Database Structures. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
4. Martin G. (1980) . Organization of Databases in Computing Systems. Moscow, Mir.

УДК 004.415.006.5

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ ОПТИМИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ ПЕРЕВОЗОК

¹В.В.Литвинов, ²Скакалина Е.В.

Динамика расширения рынка транспортно-логистических услуг, которая наблюдается в последнее время, открытие новых логистических направлений, создание новых логистических терминалов, усиление конкурентной борьбы между действующими операторами на рынке логистических услуг способствуют возрастанию потребности в комплексном структурном решении транспортно-логистических заданий с целью достижения более эффективных результатов их финансовой деятельности.

Зачастую планировщик тратит много часов и даже дней на решение задачи оптимизации процесса перевозок, используя для этого разные компьютерные программы. Как известно, подобного рода программы не в состоянии учесть все реально существующие параметры и требования, накладываемые на процессы перевозок со стороны транспортных средств, грузоотправителей, грузополучателей, и других значительных факторов. Уменьшается наглядность схемы взаимодействия, выбор оптимального решения становится сложным заданием, решить которое без специализированных компьютерных комплексов практически невозможно. В результате планировщик упускает принципиальные факторы, которые существенно влияют на реальную стоимость транспортировки. При этом сложность транспортной сети существенно возрастает по мере увеличения числа объектов этой сети (склад, грузоперевозчик, грузополучатель, груз), а также по мере учета количества бизнес-ограничений (график работы объектов, характеристики транспортных средств, маршрутов, реальной скорости передвижения на автотрассах и т.д.).

Вследствие всего вышперечисленного, доставка грузов может осуществляться со значительными простоями погрузочно-разгрузочных пунктов и простоями транспортных средств в ожидании выполнения погрузочно-разгрузочных работ, без обеспечения сохранности грузов, автотранспортные средства могут использоваться неэффективно по времени, может происходить срыв выполнения заявок на вывоз грузов, доставки товаров к потребителю, использование транспортных средств с неполной загрузкой или, наоборот, - с перегрузкой. Все эти отрицательные факторы приводят не только к срыву доставки грузов до конечного потребителя, но и к увеличению операционных затрат поставщика, необоснованному износу оборудования и транспортных средств.

Таким образом, оптимальное решение задачи маршрутизации в логистических процессах, которое предназначено для определения

оптимальных маршрутов и составления расписаний перевозок, вызывает все более возрастающий интерес у фирм – перевозчиков благодаря тому, что корректный анализ процессов транспортировки позволяет уменьшить логистические затраты на 10-15%, а использование информационных технологий при решении этих задач есть и долго еще будет оставаться актуальным, принимая во внимание необходимость в сжатые сроки распределять большие объемы перевозок между многими потребителями и поставщиками с минимизацией логистических затрат.

Задача составления расписаний представляет собой:

1. цель (C);
2. модель объекта исследования (M);
3. исходное множество (X);
4. результат (Y);
5. метод преобразования исходного в результат (F);
6. критерий оценки результата (K).

Задача составления расписания [1]:

1. Цель (C). Многие транспортные, учебные и производственные события организованы периодичным способом, повторяясь в одно и то же время через сутки, неделю, иное целое число суток. Подобная организация позволяет *уменьшить затраты на планирование*, что и является основной целью, поставленной задачи. Планирование расписания – процесс планирования работ по сбору централизации и оценки качества исходных сведений необходимых и достаточных для составления расписания.

2. Модель объекта исследования (M). Модель объекта исследования включает исходное (X) и результат (Y), и метод преобразования исходного в результат (F) (см рис.).

3. Исходное множество (X). Расписание чаще всего характеризуется тремя основными характеристиками событие, место и время (Что? Где? Когда?). В транспортном расписании, например, такими характеристиками являются: груз, дата перевозки, время в пути. В образовании – это время начала и окончания занятия, аудитория, предмет. На производстве – это время начала и окончания той или иной операции, машина на которой операция производится и т.д.

4. Результат (Y). Результат – план работ, включающий упорядоченную во времени совокупность работ, сроки выполнения работ, результат работ, необходимые ресурсы для выполнения работ, ответственное лицо.

5. Метод преобразования исходного в результат (F).

Возможный широкий спектр частных вариантов задачи и критериев оценки результата обуславливает широкий спектр используемых

подходов к решению. Методы построения расписаний можно разбить на три большие группы:

- алгоритмы, основанные на декомпозиции задачи составления расписаний на подзадачи (вложении задачи в семейство более простых задач);

- алгоритмы, основанные на методе ветвей и границ;

- алгоритмы, основанные на коррекции текущего расписания (итерационные алгоритмы).

Алгоритмы, использующие декомпозицию расписаний, могут быть основаны:

- на динамическом программировании;

- на жадных стратегиях.



Рис. 1. Задача составления расписания

6. Критерий оценки результата (K).

Составление расписания – процесс формирования расписания, удовлетворяющего основным требованиям [2]. Эффективное расписание – расписание, удовлетворяющее заданному набору критериев. Критерии расписания – условия, накладываемые на показатели расписания. Задача составления расписания считается заданной, если определены подлежащие работе; количество и типы ресурсов, выполняющих операцию; порядок распределения ресурсов, критерии оценки расписаний. Приведенные рассуждения являются обоснованием корректного применения схемы минимизации функции $F_0(\pi)$ для решения обобщения задачи минимизации суммарного времени выполнения работ на неидентичных машинах, состоящего в построении множества всех расписаний с наименьшей суммой моментов завершения заданной совокупности работ. Предложенный алгоритм [3] обеспечивает построение всех оптимальных решений за время, зависящее от порядка входной матрицы и количества оптимальных подпоследовательностей, полученных в результате выполнения процесса вычислений. Вариации и видоизменения

вычислительной схемы, расширяющие область ее применения, и достаточно широкий спектр задач, поддающихся решению, позволяют обозначить совокупность разработанных алгоритмов как метод построения локальных оптимальных последовательностей, ориентированный на изучение моделей распараллеливания операций на неидентичных машинах и моделей оптимального назначения работ. Алгоритмы оптимального упорядочения и назначения транспортных операций показали эффективность их использования для решения задач составления эффективных транспортных перевозок, что доказывает их востребованность при реализации логистических контуров ERP- и MES - систем.

Литература

1. Добрынин В.Н., Мороз В.В., Миловидова А.А. Унифицированная методика решения задачи расписания на основе задачи упорядочения // «Системный анализ в науке и образовании». – М., 2010. - №3.
2. Юсупова Н.И. Сметанина О.Н., Ахтариев А.А. Об одной классификации задач составления расписаний // Вестник УГАТУ Управление в социально-экономических и технических системах: сб. науч. тр. – УФА: УГАТУ, 2007. – №9.
3. Skakalina E. Information Technologies of Optimization of Logistic Processes // Proceeding of the 2 nd International Conference on Eurasian scientific development/ “East West ” Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH . Vienna. 2014. P. 55-63.

УДК 681.3

ВЕРОЯТНОСТНО-АЛГЕБРАИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРОИЗВОДСТВА С ЭЛЕМЕНТАМИ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ОПАСНОСТИ

Е.И. Сукач, Ю.В. Жердецкий, Д.П. Ковалёв

УО «Гомельский государственный университет им.Ф.Скорины», Беларусь

Технологические системы производства (ТСП) относятся к классу сложных систем, которые, как правило, можно представить в виде графовых структур, отражающих состав их элементов и связи между ними. Для организации надёжного функционирования подобных объектов используются автоматизированные системы управления в виде человеко-машинных систем, предназначенных для автоматизации самих технологических процессов производства и интеллектуальной поддержки процессов управления путём необходимой для этого обработки данных из различных сфер технологического производства с использованием ориентированных для этих целей математических моделей и разнообразных структурных подходов.

В качестве элементов потенциальной опасности, представляющих реальную угрозу возникновения чрезвычайной ситуации (аварии) в ходе функционирования ТСП, могут выступать технологические операции (ТХО), обеспечивающие в совокупности реализацию технологического производственного цикла и имеющие случайные параметры выполнения, зависящие от воздействий внешней среды, надёжности работы используемого оборудования, наличия используемых материалов и ресурсов. К таким параметрам относятся надёжность, стоимость и время выполнения ТХО, определяющие подобные параметры всей системы.

С позиций надёжности технологические операции могут быть охарактеризованы временем безотказного выполнения, вероятностным образом изменяющимся в каждой реализации технологического цикла. С другой стороны, оказ в реализации ТХО может быть обусловлен рядом причин, классификация и вероятностный учёт которых позволят оценить степень их влияния на работу всей ТСП. Очевидно, что сбой в реализации одной из ТХО влечёт за собой последовательные сбои множества других ТХО, и, как следствие, время и стоимость реализации технологического производственного процесса будут значительно возрастать. При неконтролируемом снижении надёжности функционирования ТСП время и стоимость выполнения производственного цикла могут значительно превосходить установленные предельные значения и в этом смысле свидетельствовать об аварийном (опасном) состоянии системы.

Аппарат вероятностно-алгебраического моделирования (ВАЛМ) [2] и средства его автоматизации в виде системы PALS, обеспечивающей расчёт вероятностных свойств графовых объектов различной структурной сложности, выступают в качестве инструментов, позволяющих предупредить возникновение сбоев, аварий и опасных ситуаций в процессе работы ТСП, а так же оценить риск возникновения подобных ситуаций в ходе реализации производственного технологического процесса.

В ходе формализации ТПС представляется в виде графовой структуры, описывающей h -ый вариант организации объекта исследования с выделением потенциально опасных элементов (ТХО) и их взаимосвязей на выбранном уровне детализации. Согласно двум схемам формализации [2] технологическим операциям ставятся в соответствие рёбра или вершины графа. Для каждой из ТХО указывается число возможных состояний, определяющих значения исследуемого свойства (надёжности, времени, стоимости), и задаются значения векторов вероятностей этих состояний. Этой информации достаточно, чтобы применить один из автоматизированных методов вероятностно-алгебраического моделирования.

На рисунке 1 представлена схема ТСП, включающей совокупность технологических операций, однотипным образом представленных в модели элементами К1–К33, упорядоченная последовательность которых описывает процесс переработки транзитного вагонопотока на сортировочной железнодорожной станции. Представленный объект исследования при незначительном упрощении (исключении участков k_{i1} – k_{i3}) может быть отнесён к классу систем простой графовой структуры и для оценки его вероятностных характеристик используется метод ВАЛМ простой графовой структуры. При оценке надёжности организации ТПС параметрами модели являются вектора вероятностей состояний надёжности $S = \{S_j\}$, $j = \overline{0, n}$ выделенных элементов (ТХО $_i$):

$$P^j = (p_0^j, p_1^j, \dots, p_n^j), \sum_{j=0}^n p_j^i = 1, i = \overline{1, 33} \quad (1)$$

Если в качестве характеристики надёжности рассматривается время безотказного выполнения операции, то j -ый элемент вектора (1) указывает на вероятность выполнения операции в пределах j -го временного интервала. Второй аспект оценки надёжности организации ТПС предполагает учёт вероятностей возможных отказов (с классификацией и ранжированием их по типам в зависимости от степени опасности). Первые элементы p_0^i векторов (1) определяют вероятность безотказного выполнения i -ых ТХО, остальные указывают на вероятности отказов j -ых типов, соответствующих i -ых элементов, упорядоченных по степени возрастания опасности отказов. В этом смысле n -ый элемент вектора (1) задаёт вероятность наиболее разрушительного отказа.

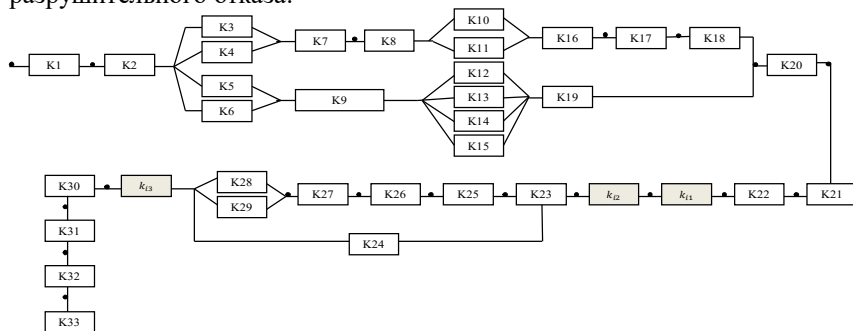


Рис. 1. Схема технологической системы переработки транзитного вагонопотока сортировочной станции

Результат моделирования h -го варианта вероятностно-алгебраической модели представляется в виде вектора вероятностей надёжности ТПС, имеющего вид:

$$P^S = (p_0^s, p_1^s, \dots, p_n^s), \sum_{j=0}^n p_j^s = 1. \quad (2)$$

Переход к оценке времени и стоимости выполнения технологического цикла работ ТПС осуществляется путём изменения функций, определяющих коэффициенты ВАЛМ, и обновлением значений векторов вероятностей (1) в соответствии с выбранной семантикой. Этот переход в системе PALS полностью автоматизирован. Как результат, формализация ТПС и построение её графического образа позволяют провести моделирование по трём направлениям: оценить надёжность объекта, выбрав один из вариантов интерпретации состояний надёжности; оценить время и стоимость выполнения технологического цикла работ, с выделением интервалов времени и их вероятностей, превышающих нормативные значения.

Метод ВАЛМ и средства его автоматизации поддерживают многоступенчатое моделирование. Для схемы, представленной на рисунке 1 возможно детальное рассмотрение работы участков $ki1$ – $ki3$ (рисунок 2) с использованием методики расчёта надёжности структурно-сложной системы со многими состояниями.

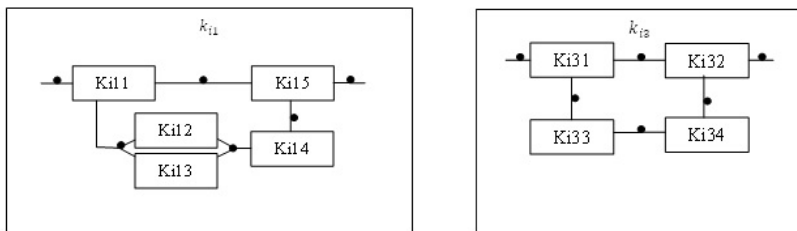


Рис. 2. Подсистемы технологической линии переработки транзитного вагонопотока

Проектное моделирование ТПС предполагает сравнительный анализ совокупности альтернативных вариантов организации ТПС путём решения типовых задач моделирования: сравнительного анализа надёжности структурной организации ТПС с рассмотрением различных вариантов логических схем, обеспечивающих резервирование ТХО; оценки изменения надёжности организации ТПС в результате изменения параметров надёжности их элементов; выявления «узких мест» в ТПС; расчёта параметров надёжности элементов, обеспечивающих заданный уровень надёжности и безопасности ТПС установленной структурной организации.

Литература

- 1.Максимей, И.В. Применение имитационных моделей для принятия решений в системах управления на транспорте / И.В. Максимей, Е.И. Сукач, В.Н. Галушко, П.В. Гируц// Математические машины и системы - №1.-2010.-С.123-131
- 2.Сукач, Е.И. Вероятностно-алгебраическое моделирование сложных систем графовой структуры /Е. И. Сукач; М-во образования РБ, Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2012-224 с.

УДК 681.518.5

АЛГОРИТМ ПОШУКУ НЕСПРАВНОСТЕЙ В ЭЛЕКТРОННИХ ПРИБОРАХ

С.В. Нікітенко

Чернігівський національний технологічний університет, Україна

Метою даної роботи є розробка алгоритму пошуку несправностей у складних електронних пристроях з урахуванням зовнішніх факторів. Розроблений алгоритм дає можливість скоротити час на пошук несправного блока, а також більш конкретно локалізувати зону його пошуку за рахунок урахування зовнішніх факторів, під впливом яких знаходився прилад [1].

В даному алгоритмі пошуку несправного елемента пристрій, що досліджується, представляється у вигляді орієнтованого графа причинно-наслідкових зв'язків $FE_i(W_i^{FE}, Q_i^{FE})$, де W_i^{FE} – множина вершин графа FE_i , а Q_i^{FE} – відображення W_i^{FE} в W_i^{FE} . Вершиною графа є функціональний елемент (ФЕ), який являє собою окрему частину головного пристрою, здатну виконувати логічно завершено задачу [2].

Для ФЕ граф причинно-наслідкових зв'язків встановлює вплив вхідних сигналів на формування сигналів на виході ФЕ. Таким чином, “причина” – сигнал на вході ФЕ, а “наслідок” – його вплив на формування сигналу на виході. У функціональному елементі будь-який причинно-наслідковий зв'язок реалізується у вигляді електричних з'єднань, але розглядається у вигляді “шляхів” розповсюдження сигналів (орієнтованих зв'язків, що мають напрямок). Множина

вершин графа i -го ФЕ визначається як $W_i^{FE} = \{X_i, Y_i\}$, де $X_i = \{x_1^i, x_2^i, \dots, x_n^i\}$ – сукупність входів FE_i , $Y_i = \{y_1^i, y_2^i, \dots, y_m^i\}$ – сукупність виходів FE_i .

Матриця впливу A_i входів ФЕ на його виходи буде мати вигляд (1)

$$A_i = \begin{pmatrix} x_1^i & \begin{pmatrix} y_1^i & \dots & y_m^i \\ a_1^1 & \dots & a_1^m \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_n^i & a_n^1 & \dots & a_n^m \end{pmatrix} \end{pmatrix} \quad (1)$$

Правила заповнення матриці визначаються таким чином (2):

$$a_t^j = \begin{cases} 1, \text{ якщо сигнал входу } x_t^j \text{ впливає на формування виходу } y_j^i, \\ 0, \text{ якщо сигнал входу } x_t^j \text{ не впливає на формування виходу } y_j^i. \end{cases} \quad (2)$$

Досліджуваний пристрій, що складається з N функціональних елементів, задається у вигляді орієнтованого графа $DU(W^{DU}, Q^{DU})$, де W^{DU} – множина вершин графа несправного пристрою, Q^{DU} – відображення W^{DU} в W^{DU} . Множина вершин графа визначається як $W^{DU} = \{X_0, W^{FE}, Y_0\}$, де $X_0 = \{x_1^0, x_2^0, \dots, x_k^0\}$ – сукупність входів пристрою, $W^{FE} = \{W_1^{FE}, W_2^{FE}, \dots, W_N^{FE}\}$ – сукупність вершин функціональних елементів, що входять до складу приладу; $Y_0 = \{y_1^0, y_2^0, \dots, y_p^0\}$ – сукупність виходів.

На основі вищесказаного визначимо вигляд матриці логічних зв'язків несправного пристрою як квадратну матрицю суміжності B , що складається з підматриць (3):

$$B = \begin{matrix} & X_0 & W_1^{FE} & W_2^{FE} & \dots & W_N^{FE} & Y_0 \\ \begin{matrix} X_0 \\ W_1^{FE} \\ W_2^{FE} \\ \dots \\ W_N^{FE} \\ Y_0 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & C_1 & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & C_2 & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & C_N & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 \end{pmatrix} \end{matrix} \quad (3)$$

Тут на головній діагоналі знаходяться матриці суміжностей відповідних функціональних елементів (C_1, \dots, C_N) , за виключенням нульових матриць впливу входів і виходів несправного пристрою на самих себе. На місті “...” знаходяться підматриці впливу входів і виходів пристрою і функціональних елементів один на одного.

При даному описанні вважається, що зв'язки між різними функціональними елементами є завжди у справному стані. Якщо є необхідність у перевірці зв'язків між функціональними елементами на несправність, то їх необхідно задавати як окремі функціональні блоки.

Вагою вершини $s \in W^{DU}$ по виходу $k \in Y_0$ будемо називати число V_s , що характеризує значимість перевірки вершини s при некоректному сигналі на виході k .

Логічною оцінкою O_s^k вершини $s \in W^{DU}$ по виходу $k \in Y_0$ є булева змінна, що відповідає умовам, представленим нижче (4):

$$O_s^k = \begin{cases} 1, & \text{якщо вершина } s \text{ є вершиною, що призводить до нормальної роботи вихід } k; \\ 0, & \text{якщо вершина } s \text{ є вершиною, що призводить до несправності на виході } k \end{cases} \quad (4)$$

Функція F_s умови необхідності перевірки вершини s елемента FE_i представляє собою диз'юнкцію логічних оцінок по цьому виходу функціонального елемента виходів несправного пристрою $O_s^{k^*}, \dots, O_s^{k^{**}}$, по яких спостерігається відмова або некоректність сигналу, і всіх виходів пристрою з оцінками $O_s^{k^*}, \dots, O_s^{k^{**}}$, в яких значення виходу лежить в рамках допуску (5):

$$F_s = \left(O_s^{k^*} + \dots + O_s^{k^{**}} \right) + \left(O_s^{k^*} + \dots + O_s^{k^{**}} \right). \quad (5)$$

Усі виходи несправного пристрою повинні бути доступні для спостережень та замірів. Тоді, описавши таким чином модель електронного пристрою, можна визначити порядок перевірки елементів на несправність.

У результаті виконання алгоритму всі вершини мають певну вагу, що відповідає значимості перевірки. Після чого логічним оцінкам O_s^k , для яких $V_s^k > 0$, присвоюємо логічний "0", що вказує на можливість несправності у відповідній вершині. Аналогічно проводиться дослідження для виходів, значення сигналу яких лежить у межах норми, присвоївши логічну одиницю "1", що вказує на справність відповідного виходу.

Обчислюємо значення функції F_s для всіх виходів. Тим самим визначаємо необхідність перевірки того чи іншого виходу. Якщо $F_s = 1$, то при формуванні сигналу хоча б одного із виходів досліджуваного пристрою вихід s видає штатний відклик, а виходячи з цього не потребує перевірки. Якщо значення $F_s = 0$, то вихід потребує перевірки. Це дає змогу звузити сукупність функціональних блоків, які необхідно перевірити.

Після того, як були визначені виводи, що підлягають перевірці, та їх вага, настає етап коригування ваги.

Даний алгоритм зменшує час на пошук несправного функціонального блока у несправному електронному пристрої, так як черга на перевірку функціонального елемента, який експлуатувався в

недопустимих умовах або близьких до них, наступає раніше. Тим самим несправний блок буде знайдений раніше.

Чим більше буде використано даних про зовнішні фактори, тим менше буде витрачено часу на знаходження несправного функціонального елемента.

Алгоритм дає можливість уникнути безсистемного і необдуманого пошуку несправності при поломці електронного пристрою.

Література

1. Сапожников В.В. Основы технической диагностики: учебн. пособ. для вузов ж.-д. транспорта / В.В. Сапожников, Вл.В. Сапожников. – М.: Маршрут, 2004. – 318 с.
2. Об одном варианте решения технического диагностирования радиоэлектронных средств / А.В. Дубов, А.П. Капранов, В.В. Сускин [и др.] // Управление большими системами: надежность и диагностика средств и систем управления. – 2010. – №31. – С. 363 – 377.

УДК 517.957

АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ ПЕНСИОННОГО ФОНДА

Л.Ю.Уразаева

Нижевартковский государственный университет, Россия

Проблема прогнозирования состояния государственного пенсионного фонда является одной из центральных социально-экономических задач любого правительства. Важнейшей задачей является прогнозирование состояния пенсионного фонда в разрезе учета соотношений между неработающим и работающим населением в условиях старения населения. Обзор существующих моделей дан в работе [1], также в этой работе предложен авторский подход Галимов И.А. и Уразаевой Л.Ю. к моделированию данной проблемы. Проблемы взаимной конкуренции между различными поколениями теоретически обоснованы и количественно выявлены для «стареющих» стран в отличие от «молодых» стран в работах [2], [3]. Особое внимание уделяется рассмотрению «взрослых» как ресурса развития страны и потенциала для получения высокообразованного и опытного слоя населения в условиях реформ образования и конкуренции между поколениями [4-7], с учетом особенностей прогнозирования поступления налоговых отчислений. Рассмотрим одну из версий авторской модели динамики пенсионного фонда и проведем ее анализ для определения ограничений на параметры модели с точки зрения вещественности переменных моделирования и устойчивости решения. Найдем пропорции между работающими и пенсионерами

исходя из условия устойчивого развития пенсионного фонда. Пусть величина пенсионного фонда изменяется по следующему закону при начальном условии $C(0) =$:

$$\frac{dC}{dt} = rx - ly + \mu y^2$$

В модели принято, что t – момент времени, $x(t)$ – число работающих в момент времени t ; $y(t)$ – число пенсионеров в момент времени t ; $C(t)$ величина пенсионного фонда в момент времени t ; r – коэффициент отчислений работающего населения в пенсионный фонд; l – коэффициент выплат пенсионерам из пенсионного фонда; μ – поступление в общее пользование средств умерших пенсионеров; x_0 – начальное количество работающего населения; y_0 – начальное количество пенсионеров; C_0 – начальное состояние пенсионного фонда. Данная модель представляет интерес для анализа условий устойчивого развития пенсионного, а также для построения различных сценариев развития пенсионного фонда при изменении входных параметров модели.

Найдем состояние равновесия системы и исследуем его. Приравняв 0, правую часть предлагаемого уравнения, получим, что величина пенсионного фонда остается неизменной, т.е. постоянной, если выполняется следующее соотношение:

$$rx - ly + \mu y^2 = 0 \quad (1)$$

Отсюда при разных значениях y , можно найти необходимую численность работающих, которая при всех равных прочих условиях обеспечивает устойчивое состояние пенсионного фонда. Имеем отсюда:

$$x = (ly - \mu y^2) / r \quad (2)$$

Соотношение (2) описывает требуемое количество работающих x при известном количестве пенсионеров, при выполнении соотношения (2) обеспечивается неизменность величина пенсионного фонда, т.е. его величина остается постоянной.

В общем виде график зависимости при постоянных значениях параметров будет иметь вид:

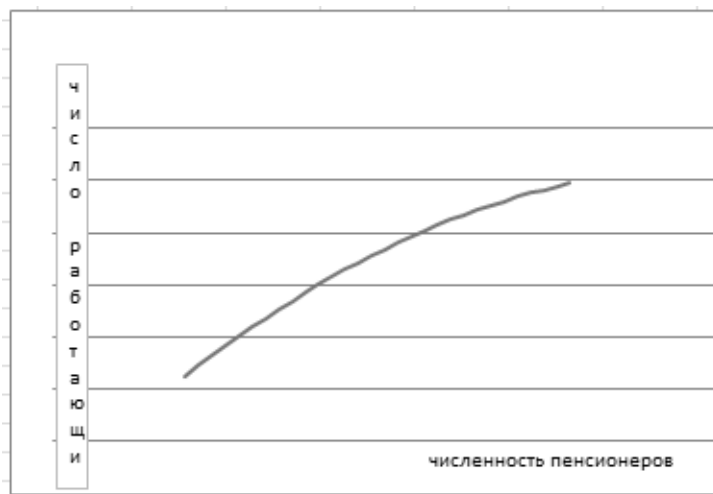


Рис. 1. Зависимость между числом пенсионеров и работающих в состоянии равновесия пенсионного фонда

Вывод. На основе предложенной модели было найдено состояние равновесия для пенсионного фонда, при котором его значение остается неизменным, т.е. постоянным. Исходя из полученного уравнения, можно найти зависимость между числом пенсионеров и числом работающих и определить для каждого конкретного случая. Какой должна быть численность работающих при заданном числе пенсионеров, чтобы величина пенсионного фонда оставалась неизменной.

Литература

1. Галимов И.А., Уразаева Л. Ю. Моделирование процесса развития пенсионного фонда. Москва, Спутник+, 2011
2. Галимов И.А., Уразаева Л.Ю. Оценка взаимовлияния уровней безработицы различных возрастных групп с учетом старения населения. Науковедение. 2013.1 (14) . с.62.
3. Галимов И.А., Уразаева Л.Ю. Математическая оценка взаимовлияния уровней безработицы различных возрастных групп с учетом старения населения. Вестник Нижневаргского государственного гуманитарного университета. 2013. № 1. С. 14-19.
4. Уразаева Л.Ю., Голькина А.В. Прогнозирование структуры налоговых поступлений в бюджет с использованием модели структурных изменений. Современные информационные технологии. 2008. № 7 (7). с. 15
5. Информационные технологии: приоритетные направления развития. Новосибирск, Издательство Сибпринт, 2011. 172с.

6. Уразаєва Л.Ю., Галимов И.А. Оценка возможных влияний реформ системы образования на экономику региона. Альманах современной науки и образования. 2011. № 2. С. 179-181.

7. Закирьянова Г.Т., Уразаєва Л.Ю., Галимов И.А. Математическое моделирование закономерностей инновационных процессов. Естественные и технические науки. 2012. № 6. С. 425-426.

УДК 004.2

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ І СОЦІАЛЬНИХ НАСЛІДКІВ В УМОВАХ ЗРОСТАННЯ ТЕХНОГЕННИХ РИЗИКІВ

Н.П. Каревіна*, О.О. Кряжич**, І.В. Кременовська***

**Інститут проблем математичних машин і систем НАН України*

***Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН
України*

****Інститут економіко-правових досліджень НАН України*

Актуальність цієї теми обумовлено тим, що великі промислові підприємства, що функціонують у різних областях України, спричиняють забруднення прилеглих територій практично всіма видами викидів (механічних, хімічних, фізичних, біохімічних), що призводить до виникнення значних соціальних та економічних наслідків для населення, що проживає поблизу цих підприємств. У зв'язку з цим, поряд із дослідженням техногенного ризику як вірогідності, становить науковий інтерес і вивчення різноманітних процесів та наслідків для територій, на яких можливе виникнення техногенних аварій і катастроф. Останнім часом за цими територіями закріпилося поняття «техногенно навантажені території» (ТНТ), тобто ті, що мають істотний антропогенний вплив зі змінами природного ландшафту й негативними наслідками на навколишнє середовище [1]. Як правило, в Україні й інших країнах пострадянського простору ТНТ є густозаселеними промисловими регіонами, що викликано особливостями формування населених пунктів у процесі будівництва й розвитку більшості містоутворюючих підприємств-гігантів.

У науковій літературі та інших офіційних джерелах, що відображають прогнозовані демографічні показники по нашій країні, наводяться невтішні дані – зокрема, за оцінками ООН, до 2050 року очікується скорочення чисельності населення в Україні до 33 мільйонів [2]. Фахівці називають різні причини такого скорочення народонаселення, однак однією з основних залишається катастрофічне забруднення навколишнього середовища, особливо у місцях підвищеного техногенного ризику, що призводить до зростання різноманітних захворювань і підвищення рівня смертності.

Слід зазначити, що такий стан справ обумовлено недоліками чинного законодавства України, що фактично не закріплює механізмів

відповідальності за неналежне управління промисловими об'єктами. У підсумку, це призводить до погіршення їхніх виробничих властивостей і підвищення техногенного ризику. Не останню роль відіграє при цьому й відмова від системи планування господарської діяльності як на рівні окремих підприємств, так і на загальнодержавному рівні організації економічної системи.

Свого часу в Україні було ухвалено низку основних нормативно-правових актів, якими було передбачено скорочення державного сектору економіки шляхом приватизації, у т.ч. шляхом передавання (продажу) у приватну власність цілих майнових комплексів багатьох промислових підприємств. Так, серед перших необхідно згадати ухвалені Верховною Радою України в 1992 р. Закони України «Про приватизацію державного майна» [3] і «Про приватизацію невеликих державних підприємств (малу приватизацію)» [4]. Серед останніх таких нормативно-правових актів – прийнятий у 2012 р. Закон України «Про Державну програму приватизації» [5], у змісті якого не передбачено врахування відмінностей за галузями підприємств, де виробничий процес може бути джерелом реальних або потенційних загроз для навколишнього середовища і здоров'я населення. Не було закріплено й системи оцінки економічних і соціальних наслідків, а як такі поняття «територія» і «техногенне навантаження» не згадувалися взагалі.

Аналізуючи ситуацію, що склалася у сфері екологічної безпеки та стосується наслідків діяльності таких господарюючих суб'єктів, можна помітити деякі взаємозв'язки, що характеризують залежності між рівнем техногенного навантаження територій і показниками скорочення населення, тривалості життя, онкозахворювань, народжуваності тощо [2, 6].

Під час вивчення особливостей розвитку ТНТ вбачається за доцільне брати до уваги й те, що такі території мають низку ознак самоорганізації та складну внутрішню структуру, що варто врахувати у роботі з розроблення моделей, які дозволяють вивчати різні закономірності й залежності у розвитку економічних і соціальних наслідків цих територій. Для цього варто сприймати ТНТ як відкриту систему. Тоді сутність державної політики стосовно ТНТ полягатиме у наданні таким техногенно навантаженим територіям можливостей для самостійного розвитку з державною підтримкою за низкою напрямів, які вважаються пріоритетними для всієї країни. У цьому випадку модель ТНТ як складної та багатофункціональної відкритої системи з великою вірогідністю виникнення техногенного ризику може бути представлено в такому вигляді (рис. 1):

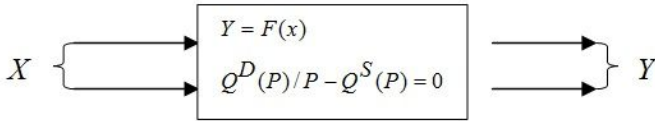


Рис. 1. Модель ТНТ як складної багатфункціональної відкритої системи

P – попит; D – номінальний валовий продукт окремої ТНТ; S – реальний валовий продукт окремої ТНТ; Q – сукупний обсяг досліджуваних факторів техногенного ризику.

Сутність подання ТНТ як складної функціональної техногенно ризикованої системи полягає в такому:

- рівняння $Q^D(P)/P - Q^S(P) = 0$ визначає взаємодію функцій сукупного попиту $Q^D(P)$ (номінального валового продукту – НВП) і сукупної пропозиції $Q^S(P)$ (реального валового продукту – РВП) для досягнення загальної макроекономічної рівноваги;

- наведене рівняння є макрофункцією системи ТНТ F , що виступає кількісним вираженням основної мети ТНТ, залежить від керуючого впливу вектору вхідних параметрів, забезпечує досягнення впливу на вектор вихідних параметрів, у тому числі на рівень техногенного ризику, і може бути виражена як $Y = F(x)$. Макрофункцією в цьому випадку є залежність між змінними величинами, які є макроекономічними показниками діяльності ТНТ, зокрема такими, як валовий продукт, чистий продукт і т.д.

За параметри в зазначеній системі може бути взято різні фактори, що характеризують соціальні й економічні показники кожної окремої ТНТ. Разом з тим, сьогодні доводиться констатувати, що прийняття рішень на базі регіону, району, міста, що входять до тієї чи іншої ТНТ відбувається винятково на основі статистичних даних, які не повною мірою й з недостатньою точністю відображають реальний стан справ. Саме тому варто не просто організувати збір інформації та її систематизацію з використанням сучасних інформаційних технологій, але і проводити дослідження впливу прийнятих рішень на основі коефіцієнту стану функціональної системи ТНТ відносно досягнення мети. Коефіцієнт стану системи стосовно досягнення мети є важливим показником з погляду ухвалення рішення про обсяг коштів, які необхідні для реалізації відповідного напряму, тобто для зміни структури цілей управління. Ідеальний стан системи приймається за 1, а повна відсутність задоволення потреб ТНТ – за 0. Коефіцієнт стану системи буде показувати в долях одиниці, наскільки ТНТ, як складна функціональна система, буде далека від ідеалу під час ухвалення

рішення за цим напрямом. Критерій керування (F) можна задати як цільову функцію:

$$F = \sum_{j=1}^n (k_j - k''_j)^2 \rightarrow \min \quad (1)$$

де n – кількість досліджуваних параметрів, які істотно впливають на реалізацію ухваленого рішення; k''_j – коефіцієнт відносної важливості підцілей в ідеальному варіанті; k_j – коефіцієнт підцілей, які є пріоритетними за рішенням, що приймається.

Для визначення структури важливих підцілей, виконання яких у процесі прийняття рішень наближає ТНГ до ідеального за впливом економічних і соціальних наслідків, можна розділити всі соціально-економічні цілі, як благополучні, середні й неблагополучні. Для інтегрованої оцінки можна в цьому випадку використовувати індекс людського розвитку за методикою ООН [7].

За результатами викладеного можна зробити такі висновки й узагальнення:

техногенно навантажені території мають низку ознак самоорганізації та складну внутрішню структуру, у зв'язку із чим перед побудовою моделей управління ситуацією необхідно детально градирувати всі фактори, що так чи інакше впливають на систему;

з урахуванням деяких обмежень, встановлених чинним законодавством України, оцінка економічних і соціальних наслідків наразі є можливою винятково на промислових об'єктах державного сектору економіки, що суттєво перешкоджає реалізації загальних заходів щодо поліпшення екологічних показників роботи таких підприємств.

Література

1. СТП ВНИИГ 210.01.НТ-05 Методика расчета гидрологических характеристик техногенно-нагруженных территорий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.znaytovar.ru/gost/2/STP_VNIIG_21001NT05_Metodika_r.html
2. Демография Украины: Восток и Север вымирают, Запад и Киев оживают [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nbnews.com.ua/ru/tema/94139/>
3. Про приватизацію державного майна: Закон України від 04.03.1992 р. № 2163-ХІІ // Відомості Верховної Ради України. – 1992. – № 24. – Ст. 348.
4. Про приватизацію невеликих державних підприємств (малу приватизацію): Закон України від 06.03.1992 р. № 2171-ХІІ // Відомості Верховної Ради України. – 1992. – № 24. – Ст. 350.
5. Про Державну програму приватизації: Закон України від 13.01.2012 р. № 4335-VI // Відомості Верховної Ради України. – 2012. – № 39. – Ст. 466.
6. Официальный сайт Государственной службы статистики Украины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

УДК 517.9+514.8

СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЩОДО КЛАСИЧНИХ РОЗВ'ЯЗКІВ ОСНОВНОГО РІВНЯННЯ ЗОВНІШНЬОЇ БАЛІСТИКИ

В.І. Легенький

Інститут проблем математических машин і систем НАНУ, Україна

Основне рівняння зовнішньої балістики з'являється при розгляді рівнянь руху будь-якого тіла, що кинуте у вертикальній площині під деяким кутом до горизонту.

З огляду на усталену термінологію [1] та прийняті означення, будемо розглядати рух тіла в площині H (висота - дальність). В найпростішому (шкільному) варіанті цей рух визначається дією лише однієї сили - сили тяжіння (g). Наступний крок полягає у взятті до уваги сили спротиву середовища (атмосфери), яка виникає внаслідок руху та залежить певним чином від швидкості тіла. Цю силу ми позначимо F . Вона направлена протилежно швидкості.

За вказаних умов рівняння руху можуть бути представлені системою диференціальних рівнянь:

$$\frac{dx}{dt} = V \sin \theta, \quad \frac{dy}{dt} = V \cos \theta, \quad \frac{dV}{dt} = -\frac{F(V)}{m} - g \sin \theta, \quad \frac{d\theta}{dt} = -\frac{gc}{V} \quad (1)$$

де ми додатково позначили: θ - кут нахилу траєкторії, m - маса тіла, c - прискорення сили тяжіння. Зважаючи на припущення, що (g, c) - константи, які можуть бути "усунуті" з рівнянь еквівалентним перетвореннями (див., до прикладу, [2]), та з огляду на те, що праві частини рівнянь не залежать від H , (система інваріантна відносно зсувів у часі і просторі), визначальним виявляється рівняння між швидкістю та кутом нахилу траєкторії, а саме:

$$\frac{dV}{d\theta} = \frac{V(F(V)+g)}{\cos \theta} \quad (2)$$

Це рівняння в літературі отримало назву "основного рівняння балістики", або "рівняння годографа" [4,7]. Від можливості розв'язку (інтегрування) цього рівняння залежить успіх розв'язку всієї системи (1). Дійсно, як показано, зокрема, в [7], за умови розв'язку рівняння (2), решта рівнянь системи (1) інтегрується в квадратурах.

"Але є одне але". Воно полягає в тому, що функція спротиву F , що фігурує в правій частині рівняння (2), не є апіорі визначеною функцією (вона не має точної теоретичної спеціалізації). Багато зусиль було докладено балістиками для з'ясування цієї залежності, але загальноприйнятої спеціалізації отримано не було. Зважаючи на це,

відомий французький математик та механік Д'Аламбер поставив задачу про знаходження такого вигляду ("форми") функції F , за якої рівняння (2) інтегрується в квадратурах. У своїй праці [8] він пред'явив чотири спеціалізації, що задовольняють попередньо висунутому вимогу, а саме:

$$\begin{aligned} 1) F(V) &= aV^n + b, \\ 2) F(V) &= a \ln V + b, \\ 3) F(V) &= aV^n + bV^{-n} + \\ 4) F(V) &= a \ln^2 V + b \ln V. \end{aligned} \quad (3)$$

та за цих спеціалізацій проінтегрував рівняння (2). Він також зауважив, що цей перелік функцій не є вичерпним, та що знаходження інших спеціалізацій - гарна справа для тих, хто спеціалізується на розв'язку диференціальних рівнянь. Сенс використання функцій (3) Д'Аламбер, очевидно, вбачав в існуванні довільних констант, що характеризують вказані функції $(a, b$, та в можливості пристосування цих параметричних сімей до апроксимації реальних залежностей, здобутих експериментальним шляхом.

Разом з тим, зауважимо, що Д'Аламбер не запропонував ніякого теоретичного методу для знаходження таких спеціалізацій. Це було в дусі того часу - пред'явити розв'язок та перевірити його справедливості (схожу характеристику науковцям тих часів дає Арнольд [5]). Наукова стратегія такого типу з часом зазнала серйозної критики. Найбільш промовисте твердження знаходимо у Гегеля [6]: "...голий результат - це труп, що лишив тенденцію за собою...".

З іншого боку, наприкінці 19 - початку 20 століття відомий норвежський математик Софус Лі запропонував свою теорію неперервних груп, яка мала вражаючий вплив на теорію диференціальних рівнянь. Один з аспектів цієї теорії - це вчення про фундаментальні розв'язки та відповідні групові характеристики диференціальних рівнянь, що допускають такі розв'язки.

В доповіді, базуючись на фундаментальних результатах Лі з теорії групових систем, обґрунтовується відповідний алгоритм та доводиться наступне:

Твердження 1. Рівняння (2) є груповим (допускає систему фундаментальних розв'язків) тоді і тільки тоді, коли специфікації функції F збігаються зі специфікацією Д'Аламбера.

Ми також знайшли відповідні перетворення (анзаци), що редукують вихідне рівняння до лінійного рівняння або рівняння Ріккати. Отриманий результат має скоріше методологічне, ніж практичне значення, відкриваючи шлях до групової класифікації рівнянь першого порядку з довільною функцією одного аргумента.

Література

1. ГОСТ 20058--80 Динамика летательных аппаратов в атмосфере. Термины, определения и обозначения.
2. Легенький В.И. О минимально – параметрической форме уравнений движения летательных аппаратов // Прикл. механика. – 1995. – N 10. – С. 81-87.
3. Jules Drach, L'equation differentielle de la balistique exteriure et son integration par quadratures, *Annales scietifiques de l'E.N.S. serie, tome 37 (1920)*, p. 1 – 94.
4. Камке Э. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям (издание четвёртое, исправленное). – М.: Наука, 1971. – 576 с.
5. Арнольд В.И. Гюйгенс и Барроу, Ньютон и Гук – первые шаги математического анализа и теории катастроф, от эволюент до квазикристаллов. – М.: Наука, 1989. – 96 с.
6. Гегель Г.В.Ф. Феноменология духа. – СПб: Наука, 1992. – 444 с.
7. Окунев Б.Н. Основная задача внешней баллистики и аналитические методы ее решения. – Ленинград – Москва: Гос. тех.-теор. издат., 1934. – 524 с.
8. J.L.d'Alembert, *Traite de l'équilibre et du mouvement des fluides*, Paris, 1744.
9. Ли С. Теория групп преобразований. В 3-х частях: ч.3. – М. – Ижевск: Ижевский институт компьютерных исследований, 2013. – 937 с.
10. Ли С. Симметрии дифференциальных уравнений. Лекции о непрерывных группах с геометрическими и другими приложениями. т. 2. – М. – Ижевск: НИЦ "РХД", 2011. – 840 с.

УДК 62-752+62-755 : 621.634

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ АВТОБАЛАНСИРІВ ДЛЯ ДИНАМІЧНОГО ЗРІВНОВАЖЕННЯ КРИЛЬЧАТКИ ОСЬОВОГО ВЕНТИЛЯТОРА 3D МОДЕЛЮВАННЯМ

Л.С. Олійніченко, Г.Б. Філімоніхін

Кіровоградський національний технічний університет, Україна

Вступ. Можливість зменшення статичного дисбалансу крильчатки осьового вентилятора на ходу одним АБ було вивчено в роботі [1]. Але дисбаланс крильчатки має не тільки статичну, а і моментну складову, утворену неперпендикулярністю площини крильчатки осі обертання (перекосом крильчатки). В роботах [2,3] було запропоновано динамічно зрівноважувати обертові частини осьового вентилятора у зборі (крильчатку разом з ротором електродвигуна) двома АБ. Експериментальні дослідження на спеціально створеному стенді підтвердили працездатність способу [2]. Проведення натурних експериментів з метою визначення оптимальних значень параметрів АБ це трудомістка робота, яка займає багато часу. Тому прийнято рішення замінити їх 3D моделюванням. Для цього в роботі [4] було розроблено та апробовано 3D-модель осьового вентилятора з двома АБ для динамічного зрівноваження крильчатки.

Метою цієї роботи є визначення оптимальних параметрів АБ для динамічного зрівноваження обертових частин вентилятора у зборі проведенням багатofакторного експерименту.

Методи досліджень. Багатofакторний експеримент проводиться віртуально із застосуванням розробленої раніше 3D-моделі осьового вентилятора з двома АБ за методикою, запропонованою у роботі [5]. У якості критерію якості обрано час, за який настає автобалансування у двох площинах, у яких АБ зрівноважують обертові частини.

Послідовність досліджень наступна.

1. Будується схема «чорної скрині»:

виділяються основні незалежні параметри (фактори), які мають суттєвий вплив на критерій якості і підлягають оптимізації; визначаються межі їх зміни.

2. Знаходиться рівняння регресії.

з врахуванням особливостей процесу автобалансування і обраного критерію якості обирається загальний вигляд рівняння регресії; планується і проводиться багатofакторний експеримент; визначаються коефіцієнти рівняння регресії стандартною обробкою результатів експерименту.

3. Визначаються області оптимальних значень параметрів у середині яких функціонал якості не перевищує певного граничного значення.

Результати досліджень.

1. Схема «чорної скрині» зображена на рис. 1., де: m_k – маса однієї кулі; b_k – коефіцієнт сили в'язкого опору, що діє на кулю під час відносного руху; k_b – коефіцієнт жорсткості опор вентилятора; b_b – коефіцієнт в'язкості опор вентилятора; Q – критерій якості.



Рис. 1. Схема «чорної скрині»

Ці параметри мають істотний вплив на час настання автобалансування, підлягають оптимізації і їх зміна не призводить до заміни деталей натурного вентилятора чи АБ.

Решта параметрів вентилятора і АБ можуть впливати на час настання автобалансування, але їх зміна призводить до заміни деталей у натурному вентиляторі і тому недоцільна. Переважно це розміри окремих деталей осьового вентилятора і корпусу АБ.

Методом проб підбираємо такі діапазони зміни значень параметрів, які досяжні для реальних машин і усередині яких настає автобалансування: $m_k = 5...11$ г; $b_k = 0,4 \cdot 10^{-4}...1 \cdot 10^{-4}$ Н·с/мм; $k_b =$

$$b_b = 5 \cdot 10^{-3} \dots 25 \cdot 10^{-3} \text{ Н/мм.}$$

2. Визначення рівняння регресії. Рівняння регресії визначалося у неявному вигляді

$$\varphi(Q) = f(x_1, x_2, x_3, x_4),$$

де: Q – функціонал якості; $\varphi(Q) = \ln(Q - t_p)$ – функція, що перетворює функціонал якості і у якій $t_p = 3c$ – час розгону крильчатки до номінальної частоти обертання; x_1, x_2, x_3, x_4 безрозмірні фактори, що відповідають розмірним факторам $m_k, b_k, k_\theta, b_\theta$ і змінюються у інтервалі $[-1, 1]$;

$$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = b_0 + \sum_{i=1}^4 b_i \cdot x_i + \sum_{i=1}^3 \sum_{j=i+1}^4 b_{ij} \cdot x_i \cdot x_j + \sum_{i=1}^4 b_i \cdot x_i^2$$

- права частина рівняння регресії, де b_0 – вільний член регресії, $b_i, /i = 1, 4/$, $b_{ij}, /i, j = 1, 4, j \geq i/$ – коефіцієнти регресії.

Для визначення коефіцієнтів рівняння регресії було сплановано і проведено трьохрівневий експеримент за схемою планування Бокса – Бенкена.

Результати експерименту було оброблено за допомогою пакету програм для статистичного аналізу STATISTICA_6. Одержано рівняння регресії

$$\begin{aligned} \varphi(Q) = & 1,895 - 0,633 \cdot x_1 + 0,238 \cdot x_2 + 0,038 \cdot x_3 - 0,583 \cdot x_4 + 0,601 \cdot x_1^2 - 0,140 \cdot x_2^2 - \\ & 0,089 \cdot x_3^2 + 0,309 \cdot x_4^2 - 2 \cdot 0,165 \cdot x_1 \cdot x_2 + 2 \cdot 0,060 \cdot x_1 \cdot x_3 - 2 \cdot 0,123 \cdot x_1 \cdot x_4 - \\ & 2 \cdot 0,019 \cdot x_2 \cdot x_3 + 2 \cdot 0,011 \cdot x_2 \cdot x_4 - 2 \cdot 0,018 \cdot x_3 \cdot x_4. \end{aligned}$$

Побудована модель регресії задовольняє критерію Стьюдента (t-критерій) і критерію Фішера (F-критерій). Відповідно до критеріїв всі коефіцієнти статистично значущі і надійні.

3. Визначення області оптимальних значень параметрів. Аналіз рівняння регресії показує, що час настання автобалансування стає найменшим, коли фактори $x_3 = -1$, $x_4 = 1$. Це відповідає найменшій жорсткості і найбільшій в'язкості опор. При $x_3 = -1$, $x_4 = 1$ рівняння

$$\begin{aligned} \varphi(Q) = & 1,530 - 0,267 \cdot x_1 + 0,298 \cdot x_2 + \\ & + 0,601 \cdot x_1^2 - 0,140 \cdot x_2^2 - 2 \cdot 0,165 \cdot x_1 \cdot x_2. \end{aligned}$$

Фактори x_1, x_2 характеризують параметри АБ. На рис. 2 у площині цих факторів побудовано області, у середині яких час настання автобалансування не перевищує задане граничне значення. Отримані межі областей було перевірено проведенням віртуальних експериментів на 3D моделі для значень факторів x_1, x_2 у контрольних

точках $A_1, A_2, A_3, \dots, E_1, E_2, E_3$. Похибка складає 7-13%, причому чим більший час настання автобалансування тим менша похибка.

Аналіз побудованих областей показує, що у обраному діапазоні зміни параметрів зменшення маси кулі в цілому збільшує час настання автобалансування. Належним вибором параметрів АБ і опор вентилятора можна забезпечити настання автобалансування за $6 \div 7$ с. Без оптимізації параметрів цей час може досягати 48 с.

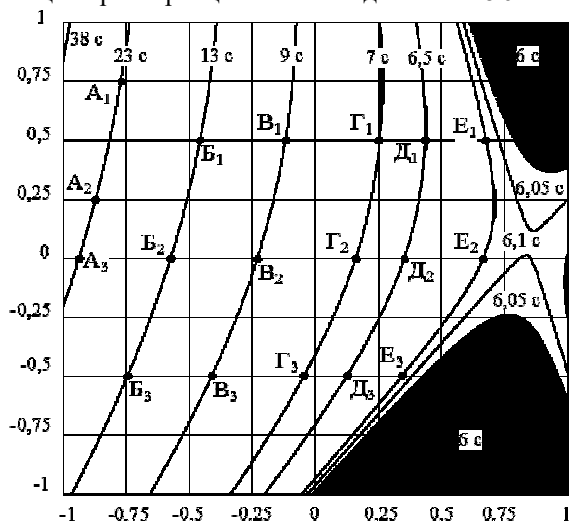


Рис. 2. Области оптимальних значень параметрів x_1, x_2

Висновки

1. При динамічному зрівноваженні крильчатки осьового вентилятора двома АБ доцільно оптимізувати масу кулі, коефіцієнт сили в'язкого опору, що на неї діють при русі відносно корпусу АБ, коефіцієнти жорсткості і в'язкості опор вентилятора.
2. У обраному діапазоні зміни параметрів, що оптимізуються, автобалансування найшвидше настає при найменшій жорсткості і найбільшій в'язкості опор вентилятора, а зменшення маси кулі в цілому збільшує час настання автобалансування.
3. Належним вибором параметрів АБ і опор вентилятора можна забезпечити настання автобалансування за $6 \div 7$ с, а без оптимізації параметрів цей час може досягати 48 с.

Література

1. Філімоніхін Г.Б. Числове моделювання процесу зрівноваження кульовими автобалансирами крильчатки осьового вентилятора / Філімоніхін Г.Б., Яцун В.В. // Вісник гірничого університету. – 2008. №10, с. 72–77.

2. Філімоніхін Г.Б. Експериментальне визначення ефективності динамічного зрівноваження кульовими автобалансирами крильчатки осьового вентилятора / Г.Б.Філімоніхін, Л.С.Олійніченко // Український міжвідомчий н.-т. Збірник „Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні”, Львів: НУ «Львівська політехніка», 2011. Вип. №45, С. 496-503.
3. Пат. 74641 України на корисну модель, МПК G01M 1/32 (2006.01), F04D 29/66 (2006.01), Спосіб динамічного балансування жорсткого ротора пасивними автобалансирами / Філімоніхін Г.Б., Гончаров В.В., Олійніченко Л.С.; заявник та патентовласник Кіровоградський нац. техн. університет. – № u201203307; заявл. 20.03.2012; опубл. 12.11.2012, Бюл. №21.
4. Філімоніхін Г.Б. Комп'ютерна модель процесу автоматичного динамічного зрівноваження двома автобалансирами крильчатки осьового вентилятора / Г.Б. Філімоніхін, Л.С. Олійніченко // Загальнодержавний міжвідомчий н.-т. збірник “Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин”, 2013. Вип. 43, частина I. – С. 103-108.
5. Филимоных Г.Б. Оптимизация параметров центробежной соковыжималки с автобалансиром минимизацией времени наступления автобалансировки / Г.Б. Филимоных, В.В. Гончаров // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – Т. 2, N 7(68). - С. 28-32.

УДК 621.4.002.2: 629.73.002.72

3D МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ АВТОБАЛАНСИРОМ ДВУХЧАСТОТНЫХ КОЛЕБАНИЙ ПЛАТФОРМЫ ГРОХОТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SOLIDWORKS И COSMOS MOTION

В.В. Яцун, Г.Б. Филимоных,

Кировоградский национальный технический университет, Украина

Среди вибрационных машин типа грохотов, вибросит, сепараторов перспективными являются машины с двухчастотными возбудителями вибраций [1]. В них при колебаниях решета, сита и т.п. с более низкой частотой выполняется основной технологический процесс – сепарация, просеивание, очищение. Колебания решета с более высокой частотой обеспечивают его самоочищение, увеличивают интенсивность основного процесса изменением, за счет вибраций, механических свойств обрабатываемого материала.

Известно возбуждение двухчастотных колебаний решета применением: двух двигателей с разным числом оборотов и разными дебалансами; двух валов с дебалансами, связанными ременной или зубчатой передачей; дебалансного возбудителя вибраций в виде планетарного механизма и т.д. Недостатком таких устройств является сложность конструкции, отсутствие автоматической подстройки частоты вращения одного с валов под резонансную частоту колебаний платформы, жесткая связь между двумя частотами колебаний.

Для возбуждения двухчастотных вибраций нами впервые предложено использовать пассивные автобалансиры (АБ). АБ предназначены для уравнивания быстровращающихся роторов на ходу [2]. В нормально работающем АБ его корректирующие грузы (КГ) со временем сами приходят в положение, в котором уравнивают ротор и далее вращаются с ним как одно целое. В работе [2] был обнаружен особый режим движения ротора с АБ – квазипериодический, возникающий при малых силах сопротивления движению КГ относительно ротора. В этом режиме ротор вращается со скоростью, превышающей резонансные скорости вращения ротора, а КГ в АБ не могут догнать ротор, собираются вместе и вращаются вокруг продольной оси ротора относительно земли с одной из его резонансных частот вращения.

Использование АБ для возбуждения двухчастотных вибраций дает следующие преимущества. Независимо от загрузки решета КГ будут автоматически застревать на резонансной частоте колебаний платформы, чем будут подстраиваться под нее. Этим будут возбуждаться более медленные резонансные колебания платформы (8÷15 Гц). Сам разбалансированный ротор можно вращать с любой зарезонансной скоростью, вращения, чем будут возбуждаться более быстрые колебания платформы.

Для исследования этого эффекта, в программе Solidworks с применением модуля Cosmos Motion, была создана 3D модель вибрационной машины с вибровозбудителем в виде шарового АБ (рис. 1). Она состоит из: электродвигателя 1; основания 2; платформы 3; четырех упруго-вязких опор 4; решета 5; вала 6; корпуса АБ 7; шаров 8; крышки 9; дебалансов 10; ременной передачи 11.

Платформа благодаря опорам может совершать только поступательные прямолинейные движения в вертикальном направлении. На платформе установлен вал с возможностью вращения вокруг горизонтальной оси. На вал жестко насажены корпус АБ и два дебаланса. В середине корпуса АБ на беговую дорожку помещены шары с возможностью свободного движения по ней. Двигатель приводит во вращение вал через ременную передачу.

Созданная 3D модель была обработана модулем Cosmos Motion. Значение жесткости пружин и коэффициента демпфирования приняты такими, чтобы платформа свободно колебалась с частотой 12 Гц и колебания практически затухали за 3 с.

Подбором остальных параметров был установлен режим работы АБ при котором шары отстают от вала.

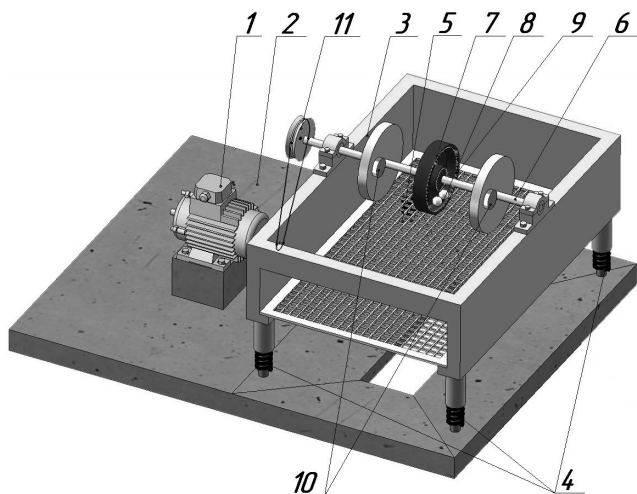


Рис. 1. Компьютерная 3D модель грохоту с АБ

На рисунке рис. 2 представлен график виброускорений платформы. В нем можно выделить три характерных участка: I – разгон вала с дебалансами до номинальной частоты вращения; II – переходные процессы, протекающие до наступления двухчастотных колебаний; III – двухчастотные колебания.

При моделировании, для получения различных двухчастотных колебаний платформы, менялись такие основные параметры: масса дебалансов – в пределах $m=10\div 70$ г, (рис. 3); частота вращения ротора – в пределах $\omega=25\div 75$ об/с (рис. 4). Увеличенное изображение III-го участка свидетельствует о наличии двухчастотных колебаний, вызванных дебалансами и шарами.

Моделирование подтвердило устойчивость двухчастотных колебаний, возможность изменения их характеристик в широких пределах. Дальнейшее применение 3D модели грохота – виртуальное проведение многофакторного эксперимента по методике работы [3] с целью определения оптимальных параметров машины для быстрого наступления двухчастотного колебательного движения.

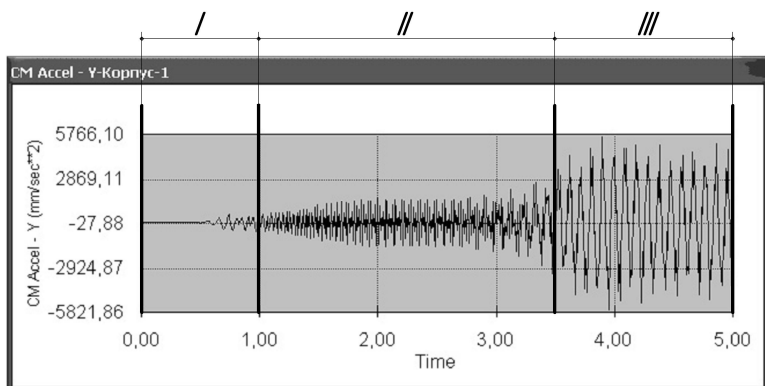


Рис.2. График виброускорений платформы

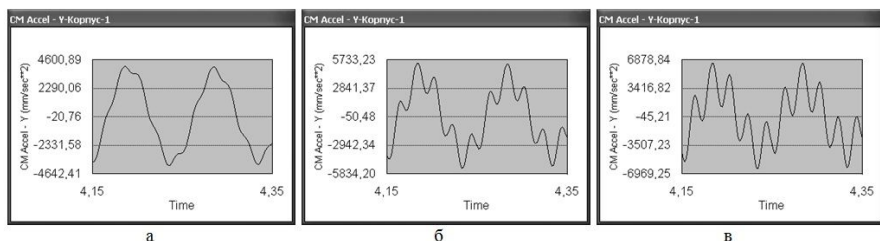


Рис. 3. Влияние массы дебаланса на виброускорения при двухчастотных вибрациях ($\omega=50$ об/с): а) $m=10$ г; б) $m=40$ г; в) $m=70$ г

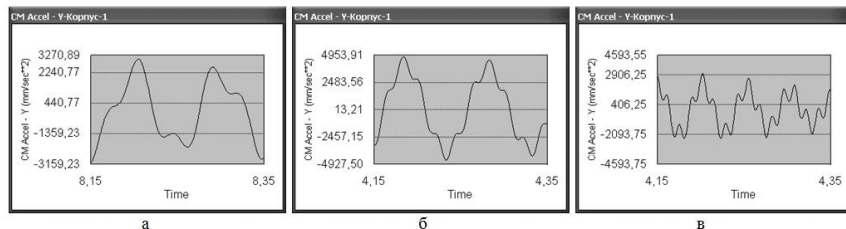


Рис. 4. Влияние частоты вращения вала на виброускорения при двухчастотных вибрациях: а) $\omega=25$ об/с, $m=72$ г; б) $\omega=50$ об/с, $m=18$ г; в) $\omega=75$ об/с, $m=8$ г

Выводы

1. Пассивные автобалансиры применимы для возбуждения двухчастотных колебаний в вибрационных машинах.
2. На характеристики двухчастотного колебательного движения влияют: величины дебалансов на валу; суммарный дисбаланс шаров; частота вращения вала; частота собственных колебаний платформы.
3. 3D модель пригодна для виртуального проведения многофакторного эксперимента с целью определения оптимальных

параметров машины для быстреего наступления двухчастотного колебательного движения.

Литература

1. Букин С.Л. Интенсификация технологических процессов вибромашин путем реализации бигармонических режимов работы / Букин С.Л., Маслов С.Г., Лютый А.П., Резниченко Г.Л. // Обогащение полезных ископаемых: Наук.-техн. зб. – 2009. – Вып. 36(77) – 37(78). – С. 81-89.
2. Філімоніхін Г.Б. Зрівноваження і віброзахист роторів автобалансирами з твердими коригувальними вантажами: Монографія. - Кіровоград: КНТУ, 2004. - 352 с.
3. Филимоныхин Г.Б. Оптимизация параметров центробежной соковыжималки с автобалансиром минимизацией времени наступления автобалансировки / Г.Б. Филимоныхин, В.В. Гончаров // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – Т. 2, N 7(68). - С. 28-32.

УДК 681.3, 519.81

АРГУМЕНТАТИВНА МОДЕЛЬ ОНТОЛОГІЇ РЕШЕНЬ ОРГАНІЗАЦІЇ

Е.П. Ильина

ІІПС НАН України, Україна

Особенности процессов, с которыми должны иметь дело современные системы поддержки принятия решений, существенно связаны с необходимостью конструктивного оперирования разнообразными когнитивными и аксиологическими разногласиями.

Это требует от СППР предоставления средств, направленных на аргументацию всех принципиальных шагов процесса принятия решений для исследования разногласий и приближения к компромиссу как позиций субъектов, так и тенденций развития процессов.

В табл.1 представлены основные источники возникающих разногласий, цели оперирования ими и операции, поддержка которых со стороны СППР обеспечивает эти цели. В табл.2 показана связь операций с элементами модели процесса принятия решения, рассмотренной в [1].

Таблица 1 – Функциональные характеристики разногласий

Возможные источники	Цели оперирования разногласиями	Операции для гармонизации разногласий	
		Шифр	Наименование
Взгляды представителей профессиональных групп Результаты разных методов Данные различных источников Тенденции, создаваемые разными решениями Соотношения локальных и глобальных целей Соотношения организационных целей с интересами деловых групп Соотношения целей разных этапов процесса принятия решения	Достижение компромисса между точками зрения Вывод обоснованного обобщенного результата и оценка его удовлетворительности для сторон разногласия Выявление полюсов концептуальных представлений и коридора оценок Выявление источников риска в процессе принятия Оценка риска применения Создание контекстов и протоколов последующих согласовательных процессов Предварительное прояснение и сближение позиций участников Обоснование рискованных воздействий и мер их компенсации	O ₁	Анализ уровня совместимости точек зрения
		O ₂	Оценка перспективности протокола достижения компромисса
		O ₃	Оценка конфликтов целей и интересов
		O ₄	Анализ гипотез о причинах расхождений экспертных оценок
		O ₅	Оптимальный выбор модели ценности
		O ₆	Построение компромиссной модели ценности
		O ₇	Проверка тенденциозности информационных расхождений
		O ₈	Оценка полезности информационных источников
		O ₉	Компромиссное обобщение оценок
		O ₁₀	Оценка приемлемости модели обобщения
		O ₁₁	Оценка применимости средства поддержки
		O ₁₂	Формирование команд и контекстов
		O ₁₃	Анализ доверия точек зрения к источнику
		O ₁₄	Оценка риска для трендов развития, формируемых полем решений
		O ₁₅	Оценка безопасности решения для трендов других объектов управления
		O ₁₆	Оценка реализованности
		O ₁₇	Оценка вклада в индексы функционирования
		O ₁₈	Скрининг ранее отвергнутых предложений по их актуальности в новой системе приоритетов

Таблица 2 – Оперирование разногласиями в шестиэтапном процессе принятия решений [1]

Этап процесса	Решаемая задача	Объекты возможных разногласий	Операции
Идентификация решения	Формирование паспорта решения Первичный отбор средств поддержки процесса принятия решения	Первичная идентификация объекта и параметров управления Паспорта средств и отзывы пользователей	O_7, O_2, O_{12}, O_{13} $O_3, O_{11}, O_{12}, O_{13}$
Анализ проблемной ситуации	Характеризация конфликта Оценка влияния конфликта	Конфликтующие между собой элементы модели деятельности Затрагиваемые субъекты и функциональные области Оценка важности влияния Условия наступления крипических событий Глубина выматательства	$O_{11}, O_2, O_4, O_7, O_3, O_{12}, O_{17}$ $O_{11}, O_7, O_{12}, O_{14}, O_{15}, O_{17}$ O_2, O_9, O_{14}, O_{15} $O_2, O_{14}, O_{15}, O_{13}$ $O_2, O_{14}, O_{15}, O_{13}$
Постановка проблемы	Формирование модели проблемной ситуации Определение требований к воздействию	Причины, факторы, результаты проявления, уровень управляемости Желательные цели Пакеты целей Деревья целей Связи с ранее принятыми решениями Гармонизованные деревья и пакеты целей	$O_{11}, O_3, O_2, O_6, O_{12}, O_{14}, O_{13}, O_{16}, O_{17}$ $O_{11}, O_2, O_7, O_{13}, O_{14}, O_{15}$ $O_3, O_{12}, O_{14}, O_{15}, O_{17}$ $O_2, O_{12}, O_{14}, O_{15}, O_{17}$ O_{14}, O_{15} $O_1, O_2, O_3, O_4, O_5, O_6,$ O_7, O_{10}, O_{11}
Генерация и первичный отсев вариантов воздействия	Создание среды формирования предложений Генерация вариантов Анализ	Исходный контекст (аналоги, интересы, маргинальные варианты, прошлые экспертизы) Актуальные точки зрения Модели ценности Выделенные предложения и аргументации Отсеянные по пороговому принципу варианты, рекомендации	$O_3, O_4, O_{12}, O_{13}, O_{13}$ $O_{11}, O_7, O_{13}, O_{13}$ O_2, O_5, O_6 $O_1, O_4, O_7, O_2, O_{10}, O_{13}$ $O_2, O_6, O_9, O_{10}, O_{14}, O_{15}$
Оценка предложений	Доопределение среды оценивания Достижение согласия	Модели ценности Возможные пункты разногласий Протокол согласовательного процесса Протокол процесса Результаты Рекомендации	O_2, O_6, O_{14}, O_{13} $O_{11}, O_2, O_{13}, O_{13}$ O_{11}, O_7 O_{11}, O_2 O_2, O_6, O_9 $O_2, O_{14}, O_{15}, O_{16}, O_{17}$
Анализ результатов выполнения решения	Интеграция результатов выполнения Анализ успешности	Отчетные данные о результатах и особых ситуациях, мнения из анкет участников Уровень достижения целей Вклад в критерии деятельности организации Узкие места реализации Постановка новых проблем	$O_{11}, O_2, O_4, O_7, O_3, O_{10}$ $O_3, O_2, O_2, O_{10}, O_{16}$ O_2, O_{10}, O_{17} O_2, O_{10}, O_{12} $O_{14}, O_{17}, O_{13}, O_{13}, O_{12}$

В качестве инструментария для достижения перечисленных целей в СППР предлагается Аргументативная модель онтологии решений (AM). Она представляет собой систему моделей знаний об организации, управляемой посредством решений. AM ориентирована на получение обоснований элементов каждого из этапов модели из [1], применяемой в условиях потенциальных или актуальных разногласий.

AM = <UOM, OMP, GM(D), MFD> представляет собой четверку моделей, характеризующихся ниже.

UOM служит унифицированной онтологической моделью организации с системой концептов, опирающейся на результаты международного проекта ENTERPRIZE ONTOLOGY [2]. Дополнительно введенными в модель элементами являются Решение и Интерес, а также такое унарное свойство концептов как статус, характеризующее их возможные роли в процессах принятия решений.

OMD – онтологическая модель решения, рассмотренная в [1] и определяющая основные концепты шести этапов процесса принятия решения вместе с их иерархической детализацией.

$V = \{VP\}$ – модель системы точек зрения [1].

$GM(D) = \{GDE_i, SD_i, GOD_i, OPA_i\}$ – модель обоснования решения

где i – номер этапа; GDE_i – множество результатов решения задач этапа, по которым имеют место разногласия; SD_i – источники разногласий; GOD_i – цели, преследовавшиеся при оперировании разногласиями; OPA_i – использование операции аргументирования,

$(o \in OPA_i) | o(IN.o) = OUT.o$,

где o – операция из числа описанных в табл.1 и табл.2; $IN.o$ – совокупность состояний элементов AM , актуальных для i -го этапа процесса принятия решения D и исходных для операции; $OUT.o$ – характеристика аргументированности, присваиваемая в результате этапу i , в качестве значения частного критерия обоснованности решения D .

$MFD = \{\{<CLD, TCLD>\}, ATCLD, AHCLD\}$ – модель поля решений

где CLD – кластер принятых решений, $TCLD$ – тип кластера, $ATCLD$ – аксиомы необходимых соотношений между решениями, образующими кластер заданного типа; $AHCLD$ – аксиомы гармоничности (когерентности) в кластере и между кластерами.

Таким образом, предложенная модель объединяет знания об организации в ключе решений, принимаемых для управления ею.

Операции, выполняемые в среде модели, используют знания всех видов для оценки свойств обоснованности решений с позиций представительности, когерентности целей и компромисса разногласий.

Литература

1. Ильина Е.П. Управление качеством организационных решений на основе формализованного корпоративного знания // Математические машины и системы – 2014 – № 1. – С.129-142.
2. Uschold M. The Enterprise Ontology. – AIAI_TR-1998. – 61 p. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aiai.ed.ac.uk/project/enterprise/enterprise/ontology.html>.

УДК 658.012

УЧЕТ ДИНАМИКИ ПОТОКОВ ПРИХОДОВ И РАСХОДОВ ПРИ МНОГОСТАДИЙНОМ ИНВЕСТИРОВАНИИ ПРОЕКТОВ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Т.И. Каткова

Бердянский университет менеджмента и бизнеса, Украина

Известная методика формирования оптимального плана материально-технического развития включает, в качестве первого

этапа, решение задачи рационального распределения средств между инвестиционными проектами в рамках выбранного (или заданного) проекта развития. Рассмотренная при этом модель обладает существенным недостатком: в ней не учитывается сложная динамика потоков расходов и доходов средств при инвестировании различных проектов. Необходимость учета особенностей и числовых характеристик этого процесса связана с тем, что инвестиционные проекты, составляющие основной проект, определяющий стратегическое направление деятельности предприятия, в соответствии с их конкретным содержанием могут быть существенно различными. Они начинают и заканчивают действовать не одновременно, имеют разную длительность и требуемые объемы инвестиций, имеют разные темпы наполнения и возврата средств. Эти обстоятельства предопределяют лишь предварительный характер результатов, получаемых с использованием известных методик. Рассмотрим более строгую модель.

Пусть выбранный проект развития в процессе реализации проходит m стадий.

Введем следующие обозначения:

d_k - ресурс, выделенный для инвестирования на стадии k ;

I_{jk} -объем стартовой инвестиции j -го проекта, предполагаемого для реализации на стадии k $k = 1, 2, \dots, m - 1$;

P_{ijk} - ресурс, возвращаемый на i -ой стадии в результате реализации j -го инвестиционного проекта на k -ой стадии; $i = k + 1, \dots, m$;

$X_{ijk} = \begin{cases} 1, & \text{если } j\text{-й инвестиционный проект принимается к реализации на } k\text{-ой стадии,} \\ 0 & \text{в противном случае;} \end{cases}$

r - задаваемый коэффициент дисконтирования, соответствующий продолжительности стадии.

Значение приведенного дохода для j -го проекта, принятого на k -ой стадии, получаемого на произвольной i -ой стадии, равно

$$\hat{P}_{ijk} = \frac{P_{ijk}}{(1+r)^{i-k}} .$$

При этом значение чистого приведенного дохода для j -го проекта, принятого к реализации на k -ой стадии, от момента инвестирования до l -ой стадии, рассчитывается по формуле

$$NPV_{ijk} = \sum_{i=k+1}^l \frac{P_{ijk}}{(1+r)^{i-k}} - I_{jk} \quad (1)$$

Тогда значение чистого приведенного суммарного дохода от совокупности проектов, принятых на k -ой стадии, полученного от момента реализации до l -ой стадии будет равно

$$NPV_{lk} = \sum_{j=1}^n NPV_{ljk} X_{jk} = \sum_{j=1}^n \left(\sum_{i=k+1}^l \frac{P_{ijk}}{(1+r)^{i-k}} - I_{jk} \right) X_{jk} \quad (2)$$

Наконец, значение чистого приведенного суммарного дохода от совокупности принятых проектов, полученного от начала планового периода до l -ой стадии, может быть вычислено по формуле

$$\begin{aligned} NPV_l &= \sum_{k=1}^{l-1} NPV_{lk} = \sum_{k=1}^{l-1} \sum_{j=1}^n NPV_{ljk} X_{jk} = \\ &= \sum_{k=1}^{l-1} \sum_{j=1}^n \left(\sum_{i=k+1}^l \frac{P_{ijk}}{(1+r)^{i-k}} - I_{jk} \right) X_{jk}, \quad l=1, 2, \dots, m. \end{aligned} \quad (3)$$

Соотношение (3) может быть использовано для формирования системы ограничений при отыскании оптимального плана инвестиций. Ясно, что вычисляемое в соответствии с (3) значение чистого приведенного суммарного дохода в любой момент времени l должно быть неотрицательно, то есть

$$NPV_l = \sum_{k=1}^{l-1} \sum_{j=1}^n NPV_{ljk} X_{jk} \geq 0, \quad l=k+1, \dots, m. \quad (4)$$

С другой стороны, с учетом (3) может быть записан критерий эффективности плана инвестиций, имеющий вид

$$\begin{aligned} F(X_{jk}) &= NPV_m = \sum_{k=1}^{m-1} NPV_{mk} = \sum_{k=1}^{m-1} \sum_{j=1}^n NPV_{mjk} X_{jk} = \\ &= \sum_{k=1}^{m-1} \sum_{j=1}^n \left(\sum_{i=k+1}^m \frac{P_{ijk}}{(1+r)^{i-k}} - I_{jk} \right) X_{jk} = \sum_{k=1}^{m-1} \sum_{j=1}^n R_{jk} X_{jk}, \end{aligned} \quad (5)$$

где $R_{jk} = \sum_{i=k+1}^m \frac{P_{ijk}}{(1+r)^{i-k}} - I_{jk}$ - чистый приведенный суммарный

доход от реализации j -го проекта, принятого на стадии k , до окончания планового периода.

Теперь задача формирования оптимального плана инвестиций может быть сформулирована следующим образом: найти набор булевых переменных (X_{jk}) , максимизирующий критерий оптимальности плана (5) и удовлетворяющий ограничениям (4), а также условиям реализуемости

$$\sum_{k=1}^{m-1} X_{jk} \leq 1, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^n I_{jk} X_{jk} \leq d_k, \quad k = 1, 2, \dots, m. \quad (7)$$

Приведенные соотношения имеют простой смысл. Ограничения (6) означают, что каждый проект может быть принят к реализации только на одной стадии. Соотношения (7) ограничивают суммарный объем стартовых инвестиций на каждой стадии величиной выделенного на этой стадии инвестиционного ресурса.

Рассмотрим возможный вариант построения приближенного алгоритма решения поставленной задачи. Процедура решения задачи состоит из двух этапов – подготовительного и основного.

На подготовительном этапе для каждого $k = 1, 2, \dots, m$ независимо решается задача вида: найти набор булевых переменных $\{X_{jk}\}$, максимизирующий

$$F_k(X_{jk}) = \sum_{j=1}^n R_{jk} X_{jk} \quad (8)$$

и удовлетворяющий ограничению

$$\sum_{j=1}^n I_{jk} X_{jk} \leq d_k, \quad k = 1, 2, \dots, m \quad (9)$$

при снятом ограничении (6). Таким образом, получим m однотипных задач, в результате решения которых получим набор $\{X_{jk}^*\}$.

Основной этап начинается с проверки того, удовлетворяет ли полученный план $\{X_{jk}^*\}$ ограничениям (6). Если эти ограничения удовлетворяются, то план $\{X_{jk}^*\}$, полученный на предварительном этапе, по построению является оптимальным. Если ограничения (6) не удовлетворяются, то этот план не является допустимым (один и тот же проект рекомендуется к реализации более чем в одной стадии). Преобразование плана к допустимому реализуется итерационно.

Получена двухиндексная булева распределительная задача линейного программирования.

Выводы. Таким образом, предложен метод, обеспечивающий решение задачи рационального распределения средств по этапам многостадийного процесса инвестирования проекта развития предприятия. Описанная процедура учитывает сложную динамику потока доходов и расходов средств на разных стадиях процесса

инвестирования. Предложенный алгоритм обеспечивает приближенное решение задачи. Однако, точность её решения с увеличением размерности задачи улучшается.

Литература

УДК 539.37

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛАСТИНЫ С КРУГЛЫМ ОТВЕРСТИЕМ С УЧЕТОМ ТЕРМОУПРУГИХ ЭФФЕКТОВ

Е.В. Комракова

*Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого,
Беларусь*

Большой объем прикладных технических вопросов связаны с численным моделированием напряженно-деформированного состояния твердых тел. В этих случаях часто приходится использовать факторы теплового расширения. Математическое моделирование этого явления связано с эффектами термоупругости [1].

Математическая модель термоупругого состояния тела описывается связанной системой уравнений для перемещений u и приращения температуры θ в области Ω :

$$\mu \Delta u + (\lambda + \mu) \operatorname{grad} \operatorname{div} u - \alpha \operatorname{grad} \theta = 0, \quad (1)$$

$$c \frac{\partial \theta}{\partial t} + \alpha T \frac{\partial \operatorname{div} u}{\partial t} - \operatorname{div}(k \operatorname{grad} \theta) = f. \quad (2)$$

Здесь λ , μ – постоянные Ламе, k – коэффициент теплопроводности, c – удельная объемная теплоемкость при отсутствии деформаций,

$$\alpha = \alpha_T (3\lambda + 2\mu),$$

где α_T – температурный коэффициент линейного расширения,

Уравнение (1), (2) дополним соответствующим начальным

$$\theta(x, 0) = 0$$

и граничными $\partial \Omega = \Gamma_D^u + \Gamma_N^u = \Gamma_D^\theta + \Gamma_N^\theta$ условиями:

$$\sigma n = 0, \quad x \in \Gamma_N^u, \quad u = 0, \quad x \in \Gamma_D^u,$$

$$-k \frac{\partial \theta}{\partial n} = 0, \quad x \in \Gamma_N^\theta, \quad \theta = 0, \quad x \in \Gamma_D^\theta.$$

При механических и тепловых воздействиях на тело, в нем возникают поля перемещений u , деформаций ε и напряжений σ . Две последние величины определяются по формулам:

$$\varepsilon = \frac{1}{2} (\nabla u + (\nabla u)^T),$$

$$\sigma = \lambda \nabla u + 2\mu \varepsilon.$$

Вышеописанная расчетная модель решалась в конечно-элементной аппроксимации температурного поля и поля деформаций по пространству[2]. Стационарная задача для перемещений и нестационарная для температуры решается на основе двухслойной схемы с весами[3].

По разработанному численному алгоритму проводилось численное моделирование задачи термоупругости для пластины с отверстием (рис. 1)

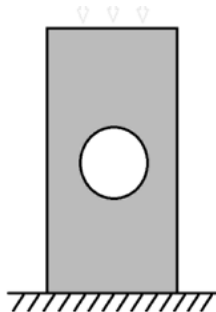


Рис. 1. Пластина с отверстием

Для нахождения решения системы линейных алгебраических уравнений использовался прямой метод ИЛУ-факторизации.

Проведенные численные исследования продемонстрировали эффективность разработанного программного обеспечения. Верификация разработанной программы осуществлялась путем сравнения получаемых данных с данными приведенными в [4].

Литература

1. Nowacki W. Dynamic problems of thermoelasticity / W. Nowacki – New York: Pergamon Press, 1998. – 354 p.
2. Hughes T.J. The finite element method: linear static and dynamic finite element analysis / T.J. Hughes – New York: Dover Publications, 2012. – 532 p.
3. Самарский А.А. Теория разностных схем / Самарский А.А. – М. Наука, 1989. – 425 с.
4. Вабищев П.Н. Численное моделирование задач термоупругости / П.Н. Вабищев, М.В. Васильева // Вестник Северо-восточного федерального университета имени А.К. Амосова. – 2013. – том 10. – №3. – С. 5-9.

УДК 621.855.001.24

МОДЕЛЮВАННЯ, ІМІТАЦІЯ ТА АНАЛІЗ РОБОТИ ЛАНЦЮГОВОЇ ПЕРЕДАЧІ В МЕТАЛЕВОМУ ТА ПОЛІМЕРНОМУ ВИКОНАННІ

О.І. Пилипенко, А.В. Полуян

Чернігівський національний технологічний університет, Україна

Актуальною проблемою є розробка формалізованих методів синтезу ланцюгових передач та застосування їх при конструюванні деталей машин. Вирішення цієї проблеми дасть можливість підвищити якість проектування і конструювання під час застосування цих методів безпосередньо у системах автоматизованого проектування.

В основу розробки автоматизації оптимального синтезу роликів ланцюгових передач на ПК покладені результати і залежності, отримані в [1], побудовані за блоковим принципом модульного проектування у вигляді пакетів прикладних програм геометричного, силового й динамічного розрахунків. Найбільш оптимальним підходом по зменшенню динамічних навантажень є застосування полімерних композитів для виготовлення деталей ланцюгових передач [2-5]. Застосування сучасних програмних комплексів комп'ютерного 3D моделювання опубліковано в [6-8].

Програмний продукт SolidWorks обладнаний технологією для швидкого виявлення основної тенденції зміни часового ряду та визначення оптимального рішення з використанням мінімальної кількості повторів. Лінійний динамічний аналіз базується на частотних дослідженнях. Програмне забезпечення розраховує реакцію моделі за допомогою сумування впливів кожної моди (функції, рівняння) на навантаження [9]. Вплив моди залежить від частоти навантаження, величини, напряму, тривалості та координат розташування моделі. Рівняння руху залежать не тільки від системи координат, що використовується для їх опису, але вони ще і пов'язані між собою через параметри мас, жорсткостей і демпфірування. У тих випадках, коли лінійний динамічний аналіз створює помилкові результати, такі як порушення припущень, на які він спирається, використовується нелінійний динамічний аналіз, який базується на інкрементному методі управління навантаженням. Цей метод використовується також для вирішення задач з нелінійністю, що викликана поведінкою матеріалу, великими переміщеннями і умовами контакту.

В нелінійному динамічному аналізі рівняння рівноваги динамічної системи на часовому проміжку, $t + D_i$, буде мати вигляд [9]:

$$[M]^{t+D_i} \{\ddot{U}\}^{(i)} + [C]^{t+D_i} \{\dot{U}\}^{(i)} + [K]^{(i)} \{U\}^{(i)} = [DU]^{(i)} - [R]^{-t+D_i} \{F\}^{(i-1)}, \quad (1)$$

де $[M]$ – матриця мас системи;

$[C]$ – матриця демпфірування системи;

${}^{t+D_i}[K]^{(i)}$ – матриця жорсткості системи;

${}^{t+D_i}\{R\}^{(i)}$ – вектор зовнішніх прикладених вузлових навантажень;

${}^{t+D_i}\{F\}^{(i-1)}$ – вектор внутрішніх утворених у вузлах сил на повторі (i

– 1);

${}^{t+D_i} [DU]^{(i)}$ – вектор зростаючих вузлових переміщень на повторі (i);

${}^{t+D_i} \{U\}^{(i)}$ – вектор повного переміщення на повторі (i);

${}^{t+D_i} \{\dot{U}\}^{(i)}$ – вектор повної швидкості на повторі (i);

${}^{t+D_i} \{\ddot{U}\}^{(i)}$ – вектор повного прискорення на повторі (i).

Використовуючи схеми інтегрування неявного часу, такі як *Newmark-Beta* або *Wilson-Theta*, та використовуючи ітераційний метод Ньютона, рівняння (1) матиме вигляд:

$${}^{t+D_i} [\bar{K}]^{(i)} \{DU\}^{(i)} = {}^{t+D_i} \{\bar{R}\}^{(i)},$$

де ${}^{t+D_i} \{\bar{R}\}^{(i)}$ – вектор ефективного навантаження;

$$\begin{aligned} {}^{t+D_i} \{\bar{R}\}^{(i)} = & {}^{t+D_i} \{R\} - {}^{t+D_i} \{F\}^{(i-1)} + [M] \left(-a_0 \left({}^{t+D_i} \{U\}^{(i-1)} - {}^t \{U\} \right) + a_2 {}^t \{\dot{U}\} + a_3 {}^t \{\ddot{U}\} \right) + \\ & + [C] \left(-a_1 \left({}^{t+D_i} \{U\}^{(i-1)} - {}^t \{U\} \right) + a_4 {}^t \{\dot{U}\} + a_5 {}^t \{\ddot{U}\} \right) \end{aligned}$$

${}^{t+D_i} [\bar{K}]^{(i)}$ – матриця ефективною жорсткості;

$${}^{t+D_i} [\bar{K}]^{(i)} = {}^{t+D_i} [K]^{(i)} + a_0 [M] + a_1 [C]$$

a_0, a_1, a_2, a_3, a_4 і a_5 – константи неявних методів інтегрування.

Для вибору ітераційних схем нелінійного динамічного аналізу доступні: алгоритм Ньютона-Рафсона (NR) та змінний алгоритм Ньютона-Рафсона (MNR).

Залежність для сили контакту між двома деталями, H [9]:

$$F_n = k \cdot (g^e) + K_{\text{пок}}(g, 0 \ 0 \ d_{\text{MAX}}, c_{\text{MAX}}) \cdot dg/dt,$$

де k – жорсткість матеріалу на границі взаємодії між двома контактуючими деталями;

g – проникнення однієї геометрії тіла в іншу;

e – показник передбачуваної експоненціальної сили в порівнянні із зміщеною моделлю;

d_{MAX} – граничне проникнення;

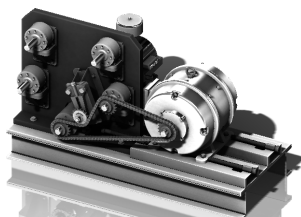
c_{MAX} – максимальне демпфірування на границі взаємодії;

dg/dt – швидкість проникнення в точці контакту.

Розглянемо приклад використання SolidWorks для моделювання, імітації (рис.1) та аналізу роботи ланцюгової передачі в металевому та полімерному виконанні (рис.2). Під час 3D проєктування використовувались параметри та якісні характеристики зірочок ланцюгової передачі по ГОСТ 591-69; металевий ланцюг – по ГОСТ 13568-97, що відповідає ISO 606-94, а полімерний відповідно до [13].



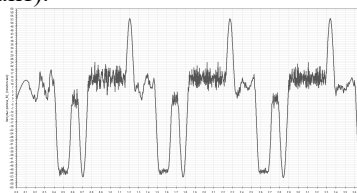
а) в металевому виконанні



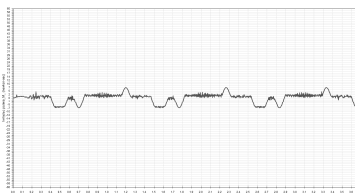
б) в полімерному виконанні

Рис. 1. 3D модель дослідної установки ЧНТУ кафедри ОКМ

На жаль, рис. 1 не в повній мірі відображає реальну картину руху ланцюгового контуру (для цього автори розробили анімаційний відео варіант).



а) в металевому виконанні



б) в полімерному виконанні

Рис. 2. Зміна імпульсу сили досліджуваної деталі ланцюгового контуру по осі Y, (Н·с)

Як видно з рис. 2, зміна імпульсу сили ролика ланцюга в металевому виконанні (рис. 2, а) значно більша, ніж пружної монолітної ланки в полімерному виконанні (рис. 2, б). З графіків (рис. 2) чітко видно переваги застосування деталей ланцюгової передачі з полімерних матеріалів: максимальні та мінімальні значення зміни імпульсу сили у декілька разів менші.

Отже, застосування програмного продукту SolidWorks дозволяє не тільки здійснювати моделювання та імітацію роботи реальних ланцюгових передач, але і проводити їх аналіз з метою подальшого переходу на автоматизоване оптимальне проектування для забезпечення їх високої динамічної якості, зниження віброактивності, матеріаломісткості та енергоспоживання.

Література

1. Пилипенко О.И. Научные основы и синтез цепных передач: дис. д-ра техн. наук/О.И. Пилипенко. – Х.: ХГПУ, 1996. – 467 с.
2. Пилипенко О.І. Динаміка та розрахунок ланцюгового привода з полімерних композитів. *Машинознавство* №2, Львів, 2004. – С.19-24.
3. Пилипенко О.І., Ільїн Д.О. Моделювання динаміки ланцюгового привода, оснащеного деталями з полімерних композитів. *Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні* №40. Львів, 2006. – С.183-189.

4. Oleg Pilipenko. Synthesis of Chain Drives Based on Dynamic Methods, New Materials and Technologies. Machine Design. Monograph. ISBN 978-86-7892-038-7. Novi Sad, Serbia, 2007. – P.307-314.
5. Пилипенко О.І. Сучасні технології проектування, конструювання і виготовлення ланцюгових приводів з полімерних композитів. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми сучасних технологій виготовлення і надійності передач з гнучким зв'язком» 19-21.12.2011, Тернопіль – С.20-22.
6. Пилипенко О.І., Полуян А.В. Комплексна оцінка аналізу руху ролика ланцюга за допомогою програмного продукту SolidWorks. Вісник ЧДТУ № 65(2), серія ТН. Чернівці. 2013.
7. Пилипенко О.І., Полуян А.В. 3D computer modeling of chain transmission in metal and polymer design. Вісник національного університету "Львівська політехніка" №772. Львів. Вид-во Львівської політехніки, 2013, С.89-97 ISSN 0321-0499.
8. Пилипенко О.І., Полуян А.В. Порівняльний аналіз динаміки ланцюгової передачі в металевому та полімерному виконанні. Вісник ЧДТУ № 67(3), серія ТН. Чернівці. 2013. – С. 15-21.
9. <http://help.solidworks.com>.
10. Пилипенко О.І., Козар І.Ф., Степенко А.П. Пружна монолітна ланка ланцюга. Патент України 23341А. Бюл. №4, 31.08.98.

УДК 519.242.5

ПЛАНЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ МНОГОЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

С. Г. Радченко

*Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут», Україна*

При создании и совершенствовании сложных систем – технических, технологических, измерительных, материаловедческих – необходимо решить задачи двух классов: оптимизационные и математического моделирования. Свойства реальных сложных систем таковы, что использование теоретико-аналитического подхода затруднено и в некоторых случаях не эффективно по полученным результатам. В большинстве случаев используется экспериментально-статистический подход.

Классический подход решения указанных задач заключается в оптимизации системы и последующем моделировании найденной зоны оптимума. По каждой задаче используется план эксперимента.

В [1] проанализированы поисковые методы оптимизации и показано, что метод круглого восхождения по поверхности отклика, последовательный симплексный метод характеризуются определенными недостатками по сравнению с методом случайного

поиска с использованием ЛП_т равномерно распределенных последовательностей (р.р.п.).

Решение обоих классов задач с использованием ЛП_т р.р.п. в виде одного плана возможно, если ЛП_т план эксперимента будет содержать факторы ортогональные или слабо коррелированные между собой ($|r(x_i, x_j)| < 0,4$).

ЛП_т р.р.п. разработаны д.ф.м.н. Соболев И.М. [2] для исследования пространства параметров и используются, в том числе, для многокритериальной компромиссной оптимизации. Использование планов для получения математических моделей требует их исследования по критерию коррелированности факторов между собой.

ЛП_т р.р.п. равномерно распределены на отрезке [0, 1] в пределах следующих интервалов чисел: 1, ..., 3; 1, ..., 7; 1, ..., 15; 1, ..., 31; 1, ..., 63 и т. д. В реальных экспериментальных исследованиях число опытов обычно ограничено до 63. В публикации [2] описано построение ЛП_т р.р.п. до 51 последовательностей. Все последовательности были проанализированы и выбраны такие, для которых максимальный коэффициент парной корреляции по абсолютной величине не превышал 0,4, т. е. $\max |r_{ij}| < 0,4$. Последовательности были ранжированы от минимально коррелированных до принятого ограничения 0,4 для интервалов чисел $N_1 = 1...15$, $N_2 = 1...23$, $N_3 = 1...31$. Всего было найдено восемь последовательностей, для которых среднее абсолютных величин коэффициентов корреляции $|\bar{r}_{ij}|$ составили: для $N = 15$ $|\bar{r}_{ij}| = 0,1367$; для $N = 23$ $|\bar{r}_{ij}| = 0,1251$; для $N = 31$ $|\bar{r}_{ij}| = 0,0714$. Полученные значения следует считать как весьма хорошие.

Возможно использование ЛП_т р.р.п. и многофакторного регулярного плана в одном плане эксперимента. План с числом опытов 16, содержащий восемь ЛП_т р.р.п. и план $4^{5//16}$, имеет максимальный по модулю коэффициент парной корреляции между факторами $r_{ij} = -0,6848$ и среднее абсолютных значений коэффициентов $|\bar{r}_{ij}| = 0,1397$.

Найденные квазиортогональные последовательности можно использовать в качестве планов в решении следующих задач.

1. Оптимизации и моделирования сложных систем и процессов по одному плану эксперимента. Расчет уровней варьирования факторов – непрерывных, дискретных, качественных – приведен в [3, с. 306–307].

2. Последовательного планирования эксперимента с числом опытов $N = 15; 23; 31$.

3. Получения высокоточных моделей сложных поверхностей отклика.

4. Проверки полученной модели по контрольной последовательности: первоначальный план $N = 15$; последующий план $N = 16 \dots 31$.

С разработанными методами оптимизации и математического моделирования и полученными результатами можно ознакомиться в [4, 5].

Литература

1. Радченко С.Г. Оптимизация и регрессионный анализ в исследованиях технологических процессов и систем / С.Г. Радченко // Математика в сучасному технічному університеті : Друга міжнародна науково-практична конф., 20–21 грудня 2013 р., Київ: Матеріали конф. – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – С. 88–90.
2. Соболев И. М. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями / И. М Соболев, Р. Б Статников. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2006. – 175 с.
3. Радченко С.Г. Методология регрессионного анализа / Радченко С.Г. – К.: «Корнійчук», 2011. – 376 с.
4. Лаборатория экспериментально-статистических методов исследований (ЛЭСМИ) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.n-t.org/sp/lesmi/>
5. Сайт кафедры «Технология машиностроения» Механико-машиностроительного института Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tm-mmi.kpi.ua/index.php/ru/1/publications/>

УДК 004.051

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В УКРАИНЕ

В.В.Бегун, В.Ф. Гречанинов

*Институт проблем математических машин и систем НАН Украины,
Украина*

О необходимости и неизбежности перехода к риск-ориентированному подходу (РОП) в управлении безопасностью в Украине неоднократно шла речь, в том числе на уровне правительства и в многочисленных публикациях. Принятие Постановления Кабмина № 37р от 23.01.2014 г. завершило все споры в пользу прогресса. Как уже было сказано [1], этот переход большинство стран сделали более 30 лет назад, Россия около 15 лет. В целом, это выгодно для государства по многим причинам, главная из которых - возможность качественных улучшений безопасности, возможность перехода к стратегии "предотвращение аварий", что в десятки раз сокращает расходы из государственного бюджета, в сравнении со стратегией «ликвидации ЧС, при их появлении». К сожалению, авторы должны констатировать, что последняя стратегия представляет методы

управления, которые были и есть до сих пор в Украине, и очень устарели. Поэтому безопасность в целом, пожарная безопасность и другие, не улучшается, а по объективным показателям рисков, ухудшаются [1].

Рассмотрим, чем же лучше новые методы РОП, что произойдет в случае применения методов, которые внедрило мировое общество и достигло больших положительных результатов. Итак, сначала напомним основные принципы РОП:

- уровень безопасности каждого гражданина, промышленных объектов производства, территорий и общества в целом определяются уровням риска;

- безопасность - это приемлемый уровень риска. Для расчета, риск понимаем как произведение вероятности нежелательного события на его следствия;

- риск в каждом конкретном случае должен определяться с учетом всех источников опасностей, факторов и обстоятельств, которые способствуют появлению и развитию опасности;

- все мероприятия по предотвращению рисков должны определять расчетами, которые должным образом согласуются с опытом.

В случае применения принципов РОП для управления безопасностью следует соблюдать последовательность, рекомендованную международными стандартами (МОТ-СУОТ - 2001). Порядок приоритетности предупредительных мероприятий по регулированию риска:

- (а) устранение опасности/риска;

- (б) ограничение опасности/риска в его источнике путем использования технических средств коллективной защиты или организационных мероприятий;

- (в) минимизация опасности/риска путем проектирования безопасных производственных систем, которые предусматривают мероприятия административного ограничения суммарного времени контакта с вредными производственными факторами;

- (г) там, где опасности/риски не могут быть ограничены средствами коллективной защиты, работодатель должен бесплатно предоставить соответствующие средства для индивидуальной защиты, в том числе на приобретение спецодежды, и принять меры относительно гарантированного обеспечения их использования и технического обслуживания.

Этот простой алгоритм управления безопасностью реализуется на основании современных информационных (компьютерных) технологий на основе РОП и коротко представим такими основными процедурами:

- определение (расчет, оценка) риска на основе моделирования опасных процессов и технологий;
- определение допустимых значений риска;
- сравнение расчетных и допустимых значений;
- принятие решений относительно предотвращения аварий (уменьшение риска).

Как видим, ключевой является процедура определения риска. Это понятно даже на бытовом уровне - чтобы что-то регулировать, нужно знать, каким оно есть в каждый момент. Т.е. нужно постоянно выяснять степень риска, особенно, при подозрении на его высокий уровень. Важно и другое: именно во время оценок значений риска, его анализа и определяют факторы и обстоятельства, которые более всего влияют на его значение. Эти результаты заставляют задуматься над тем, каким образом можно уменьшить показатель риска, а расчет предоставляет возможность оценить вклад каждого опасного фактора в общее значение риска. В соответствии с мировой практикой, субъекты хозяйствования, не имеют права ждать проявления опасности, и лишь при аварии звать ликвидаторов. Первая и главная обязанность хозяина относительно безопасности заключается в том, чтобы оценить риски для персонала, населения и окружающей среды и принять меры для их предотвращения, страхования, и, по крайней мере, не превышать допустимых значений. В таких условиях, именно хозяин больше, чем кто-нибудь, становится заинтересованным в определении риска и приведения его к допустимым уровням, поскольку в случае проявления опасности в виде аварии, он выплачивает стоимость всех убытков и персоналу, и населению, и за вред окружающей среде.

Действующая в Украине стратегия и соответствующая ей структура в своей основе имеют единый метод управления безопасностью, а именно: контроль производства разными государственными инспекциями. Как утверждает бизнес [2], ныне право на проверку потенциально опасных объектов (ПОО) имеет почти сотня госструктур (76), большинство из них (44) может остановить работу предприятия. Но при этом уровни риска во всех сферах жизнедеятельности почти не уменьшаются на протяжении всего периода существования независимого государства! Этот факт свидетельствует о неэффективности государственных затрат, несоответствие стратегии государственного контроля требованиям времени, принципиально неправильную постановку задачи регулирования и контроля безопасности в современных условиях в Украине.

На основе существующей структуры [3], в принципе невозможно организовать государственное управление безопасностью на основе РОП - нет элементов системы, которые могут реализовать новые

алгоритмы управления и контроля, точнее подразделений, которые анализируют и оценивают степень риска, разрабатывают мероприятия по его предотвращению и страхованию. Т.е. принципы РОП включают экономические механизмы саморегулирования безопасности [3]. Экономические механизмы регулирования безопасности дают возможность перенести основное бремя функций надзора именно на владельца ПОО, что вполне естественно и соответствует существующим в мире принципам регулирования безопасности. Управление безопасностью становится частью общего менеджмента предприятия, эта функция имеет свои ресурсы, которые гармонично входят в его (предприятия) общий бюджет.

Что нужно для перехода на новую концепцию управления безопасностью?

Первое и главное - изменение устаревших стереотипов сознания, как в хозяев опасных предприятий, так и инспекторов, и даже ученых. Далее (параллельно) требуются изменения законодательства, но об этом тоже уже неоднократно говорилось в предыдущих публикациях. Это и составляет особенности внедрения РОП в Украине. Мы дожили до того, что программу РОП нам привносят извне [4], как помощь развивающимся странам. Как будто в Украине нет госструктур, ответственных за безопасность, нет научных институтов, не занимаются этими вопросами! На проходившем в мае месяце этого года научном семинаре по вопросу внедрения РОП известный ученый, д.т.н. в сфере безопасности задал докладчику вопрос о целесообразности РОП: «США, СССР, Япония считали риски от АЕС, но случился Три-Майл-Айленд, Чернобыль и Фукусима, т.е. смысла от внедрения РОП нет?». Т.е. этот специалист самой высокой квалификации ставит под сомнение полезность РОП и неправильно представляет информацию. Во-первых, для первых двух случаев расчеты не проводились, а в случае Фукусимы, эксплуатирующая и ответственная за безопасность компания ТЕРСО, проигнорировала требования МАГАТЭ, основанные на оценках риска. Судя по вопросу, доктор не знал этого. И, конечно же, таких примеров можно привести очень много. В службе МЧС Украины большинство специалистов не знают (не слышали) принципов РОП. Из сказанного следуют такие особенности внедрения РОП в Украине:

недостаточная грамотность населения и специалистов в вопросах современных методов управления безопасностью;

длительно существующая неудовлетворительная практика государственного управления безопасностью на основе устаревшей стратегии «контроля и ликвидации». К сожалению, эта практика удовлетворяет интересам и хозяев предприятий, и государственных инспекторов;

из предыдущего следует отсутствие спроса со стороны предприятий на объективные оценки их уровня рисков, что не дает развития методам расчетов (моделирования);

высокий уровень коррупции, что позволяет хозяину предприятия практически игнорировать вопросы безопасности;

некоторые черты ментальности населения Украины [5], среди которых в первую очередь следует назвать: безупречное подчинение руководству (підлеглисть), излишняя самоуверенность людей достигших каких-то высот (положения в иерархии) и др..

Учитывая сказанное, Институт гражданской защиты МЧС разработал программу внедрения принятой концепции РОП в Украине [6], которая будет также утверждена постановлением Кабмина, где все мероприятия спланированы с учетом названных особенностей Украины. При этом нужно разработать ряд документов, главные из которых: положение по организации риск-менеджмента, положение по информационной поддержке риск-менеджмента, стратегии контроля (расчета) риска, стратегии страховой защиты объектов контроля и соответствующие методики.

Литература

1. Бегун В.В. Щодо питань про сучасні методи регулювання безпеки/ Бегун В.В., Гречанінов В.Ф., Клименко В.П.. // Математичні машини і системи. – К.: ІПММС, 2013. – №4. – С. 135-146.
2. Федерація роботодавців в Україні. 44 інстанції в Україні можуть закрити будь-яке підприємство. 17.04.2013, 07:32 388 0. Електронний ресурс: режим доступу: <http://ua.fru.org.ua/>
3. Гречанінов В.Ф. Функції управління і нагляду в ризик-орієнтованому підході до управління безпекою / В.Ф. Гречанінов, В.В. Бегун // Математичні машини і системи. – 2014. – № 1. – С. 159 – 170.
4. Terms of reference for the development of a country ASSET characterization. EU funded programme for the Prevention, Preparedness and Response to natural and manmade disasters in the ENPI East Region (PPRD East) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.euroeastcp.eu.
5. Стражний А.С. Український менталітет. – К: изд-во Подолина, 2008. – 384 с.
6. Постанова КМУ «Про схвалення Концепції управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру» від 23.01.2014 № 37 р.

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

АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

А.М.Хошаба

Винницкий национальный технический университет, Украина

Определение характеристик производительности вычислительных систем (ВС) представляет собой сложную инженерную и научную задачу [1]. Большинство из известных методов решения задачи основывается на определении времени ответа сервера на каждый из запросов направляемого потока данных. В этом случае утверждается [2], что время каждого запроса по времени является одинаковым по длительности. В этих работах показано, что:

$$N = T / \tau \tag{1}$$

где

N — количество запросов;

T — отрезок времени выполнения всех запросов;

τ — длительность одного запроса.

Следует также отметить, что определение времени ответа (или реакции системы) как основного показателя продуктивности ВС является распространенным явлением не только в научных публикациях, но и в инженерной практике. К примеру, существующие курсы [3] являющиеся одними из самых авторитетных и популярных на постсоветском пространстве изучают методы и инструменты производительности систем, основанных на Web-технологиях. Известная в области разработки сетевых технологий компания Яндекс [4] также рекомендует использование времени ответа как основного показателя производительности веб-серверов.

Иную по сравнению с моделью (1) производительности ВС предлагается в работе [1] в связи с тем, что авторы считают получение достоверных оценок измерений основных показателей аппаратных средств весьма затруднительным так как существует большое количество влияющих факторов на процессы функционирования систем. Поэтому, авторы [1] рекомендуют использовать показатель производительности не как некоторую величину, измеренную в тех или иных единицах, а как средство для количественного сопоставления производительности ВС. В этом случае выполняется выбор более быстродействующей ВС и оценка сопоставления выбранной и исследуемой модели:

$$k = T_X / T_Y = Pr_Y / Pr_X \tag{2}$$

где

k — относительный показатель;

T_X, Pr_Y — время выполнения тестовых задач на исследуемой и базовой моделях;

Pr_Y, Pr_X — производительность исследуемой и базовой моделей.

Вместе с тем, исследования [5] показывают нарушение закономерностей модели (1). Рассмотрим пример 1 который демонстрирует эффект “жадного” запроса — важную особенность времени отклика ВС.

Пример 1. Решим актуальную инженерную задачу определения контрольной суммы образа который требует максимальных вычислительных ресурсов ВС и минимальные затраты по использованию сетевых интерфейсов (рис. 1). Команда определения времени на выполнения запроса к ВС по решению текущей задачи будет следующей:

```
time md5sum name.iso
```

Результат выполнения запросов к ВС состоящих из таких команд показан на рис. 1.

```
[khoshaba@dell iso]$ w
21:23:15 up 2:21, 2 users, load average: 0.12, 0.20, 0.17 3
USER TTY FROM LOGIN@ IDLE JCPU PCPU WHAT
khoshaba tty1 :0 19:02 2:21m 53:02 0.02s pam: gdm-passwo
khoshaba pts/0 :0.0 21:21 0.00s 0.02s 0.00s w
[khoshaba@dell iso]$ time md5sum openSUSE-13.1-DVD-x86_64.iso
1096c9c67fc8a67a94a32d04a15e909d openSUSE-13.1-DVD-x86_64.iso

real 0m44.355s — 1
user 0m11.404s
sys 0m2.122s

[khoshaba@dell iso]$ w
21:24:30 up 2:22, 2 users, load average: 0.55, 0.32, 0.21 4
USER TTY FROM LOGIN@ IDLE JCPU PCPU WHAT
khoshaba tty1 :0 19:02 2:22m 53:10 0.02s pam: gdm-passwo
khoshaba pts/0 :0.0 21:21 0.00s 0.02s 0.00s w
[khoshaba@dell iso]$ time md5sum openSUSE-13.1-DVD-x86_64.iso
1096c9c67fc8a67a94a32d04a15e909d openSUSE-13.1-DVD-x86_64.iso

real 0m11.328s — 2
user 0m10.582s
sys 0m0.749s
[khoshaba@dell iso]$
```

Рис. 1. Результат выполнения запросов из команд решаемой задачи к вычислительной системе

На рис. 1 показано возникшее противоречие относительно модели 1, которое заключается в в превышении времени реакции ВС первого запроса (область 1) к последующему (область 2). Такое явление получило название “жадного” запроса.

При проведении экспериментальных исследований [5] также наблюдался еще один интересный факт который противоречил распространенным описаниям моделей производительности ВС, а именно: значительное уменьшение времени реакции системы прослеживались при увеличении нагрузки на систему. Так, на рис. 1

показана область 3, которая свидетельствует о низкой нагрузке на систему при высоких значениях времени реакции ВС и область 4 — показывающая обратное. Такие особенности наблюдались при выполнении большого количества экспериментов.

К еще одной важной особенности исследования производительности ВС относится изучение фаз производительности. Рассмотрим *пример 2*, параметрами которого является сервер apache (версия 2.2.22, built Apr/17/2014) выполняющий нагрузочное тестирование в виде отсылки запросов сериями по 50...1200 шт. с шагом 50 за период времени $\tau=3$ секунды с использованием инструмента Яндекс-Танк [9]. Программно-техническое окружение персонального компьютера составляет: микропроцессор Intel(R) Core(TM) i7-2670QM, количество тредов 8, частота 2.20GHz, объем оперативно-запоминающее устройство 16 Гб, объем жесткого диска 2Тб, операционная система CentOS ver. 6.5, x86_64, ядро 2.6.32, система виртуализации KVM. Программно-техническое окружение виртуальной машины составляет: микропроцессор Intel(R) Core(TM) i7-2670QM, количество тредов 2, объем оперативно-запоминающее устройство 2 Гб, объем жесткого диска 20Гб, операционная система Ubuntu ver. 14.04LTS, x86_64, ядро 3.5.0.

Используя вышеуказанное программно-техническое окружение персонального компьютера и виртуальной машины выполнено исследование производительности ВС, определены фазы использования и насыщения (рис. 2).

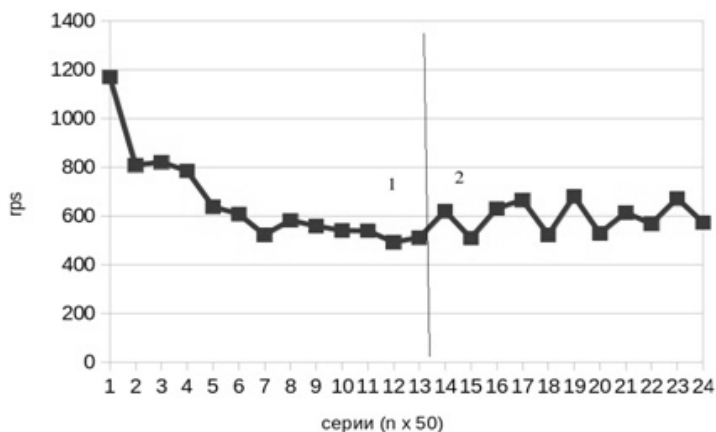


Рис. 2. Фазы использования (область 1) и насыщения (область 2) производительности ВС

На рис. 2 показаны фазы использования (область 1) и насыщения (область 2) которые образовались в результате появления ошибок в запросах от сервера.

Таким образом, в работе рассмотрены известные математические модели производительности ВС, определены их преимущества и недостатки. Предложена математическая модель модель фаз производительности ВС, определены их особенности использования. Описан и обобщен эффект «жадного» запроса, возникающий при измерении показателя времени ответа (реакции системы). Результаты работы позволят использовать разработанные модели в дальнейших исследованиях производительности вычислительных систем.

Литература

1. Мелехин В.Ф. Вычислительные комплексы, системы и сети: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.Ф.Мелехин, Е.Г.Павловский.-2-е изд., стер.-М.:Издательский центр "Академия", 2007.-560с.
2. Воеводин В. Вычислительная математика и структура алгоритмов. Лекция 5: Характеристики вычислительных процессов. <http://www.intuit.ru/studies/courses/1047/248/lecture/6391>
3. Баранцев А.В. Тестирование производительности. <http://software-testing.ru/trainings>
4. Компания Яндекс. Теория и практика нагрузочного тестирования. Семинар от 29 марта 2014г. <http://tech.yandex.ru/events/meetings/load-testing-meetup>
5. Хошаба А.М. О проблеме определения эффективности работы мультиагентных систем при управлении потоком данных в компьютерных сетях. Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології №1 (7), 2004. – Вінниця. – с.139-144

УДК 330.42

КІЛЬКІСНІ МЕТОДИ БАГАТОВИМІРНОГО СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ

М.А. Мостова, В.І. Гур'єв

Чернігівський державний інститут економіки і управління, Україна

Імовірнісний характер природи соціально-економічних і суспільно-політичних процесів вимагає при їхньому аналізі пошуку найбільш простої теоретичної форми представлення ознакових зв'язків і статистичної оцінки надійності як самих моделей, так і модельних параметрів. Багатовимірний аналіз є одним з найбільш широко розповсюджених і гнучких прийомів обробки статистичних даних, що характеризують ті або інші аспекти соціально-економічних і суспільно-політичних сфер життя суспільства.

У прикладній статистиці запропонована велика кількість багатовимірних методів аналізу даних. Наследов А.Д. пропонує настанову їх класифікацію:

1) за призначенням:

методи прогнозування: множинний регресійний аналіз і дискримінантний аналіз; методи класифікації: варіанти кластерного аналізу та дискримінантний аналіз; структурні методи: факторний аналіз і багатовимірне шкалювання.

2) за вихідними припущеннями про структуру даних:

методи, які виходять із припущення про узгоджену мінливість ознак, вимірюваних у множині об'єктів: факторний аналіз, множинний регресійний аналіз, дискримінантний аналіз; методи, які виходять із припущення про те, що відмінності між об'єктами можна описати як відстань між ними: кластерний аналіз, багатовимірне шкалювання і частково - дискримінантний аналіз.

До методів комплексної порівняльної оцінки відносяться такі:

метод підсумовування показників. Даний метод використовують у разі однакової спрямованості вихідних показників та їх загальної порівнянності. Найкращим результатом за даним методом вважається той, що має максимальну суму показників - стимуляторів або мінімальну суму показників – дестимуляторів;

метод суми місць. Аналізовані об'єкти ранжуються за показниками - стимуляторами у порядку зростання й за показниками - дестимуляторами - у порядку спадання. Найкращим результатами відповідають значення мінімальної суми місць;

метод відстаней. Перевага методу відстаней перед іншими методами зумовлена використанням прийому нормування, коли значення показника всіх порівнюваних об'єктів діляться на еталонне (іншими словами, оптимальне) значення показника;

таксонометричний метод. Цей метод не тільки враховує абсолютні значення показників, але й дозволяє елімінувати їх різну варіацію і є узагальненням методу відстаней;

метод стандартизованих коефіцієнтів;

метод суми балів із заданою безперервною шкалою на обраному відрізьку;

метод суми балів з різними шкалами для різних показників.

Багатовимірний аналіз відрізняють процедури обробки множинних характеристик, що комплексно представляють взаємозалежні ознаки (об'єкти). У множинному регресійному аналізі:

досліджується залежність результативної величини - відгуку (y) від декількох незалежних змінних - предикторів (X_j):

$$y = f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_m) + \varepsilon$$

виділяється поняття чистої регресії - залежності між деякими парами предикторів з їхньої множини за умови нівелювання дії інших предикторів;

враховується можливість наявності тісних зв'язків (коли коефіцієнт кореляції перевищує рівень 0,7-0,8) між парами предикторів, що викривляють кінцеві результати регресійного аналізу відгуку; існує необхідність встановлення певного співвідношення між числом спостережуваних об'єктів і числом предикторів; береться до уваги, що при великій кількості предикторів, графічне зображення результатів регресійного аналізу стає неможливим і всі висновки формуються в ході формального розв'язку аналітичного завдання;

у зв'язку з тим, що в множинному кореляційно-регресійному аналізі (МКРА) визначається велика кількість параметрів, перевірки на достовірність підлягають не тільки регресійна модель у цілому, але й кожний з її параметрів, а також парні й часткові коефіцієнти кореляції.

Регресійні моделі використовуються для встановлення форми зв'язку між досліджуваними ознаками. Найбільш простим класом регресійних моделей є лінійні:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_mx_m + \varepsilon$$

Парна кореляція. Коефіцієнти парної кореляції використовуються для виміру лінійних зв'язків різних пар ознак з їхньої множини. При цьому враховується, що зв'язок кожної пари ознак знаходиться під впливом зв'язків усіх інших ознак між собою з ознаками з даної пари.

Для множини ознак об'єктів матрицю парних кореляцій R одержують у ході наступних перетворень матриці вихідних даних X :

$$X \rightarrow Z \rightarrow Z'Z \rightarrow \frac{1}{n} Z'Z = R$$

де Z - матриця стандартизованих значень.

Часткова кореляція. Коефіцієнти часткової кореляції також характеризують лінійні зв'язки ознак, але при цьому до уваги береться чистий зв'язок пари ознак за умови, що зв'язки всіх інших ознак з ознаками з даної пари нівельовані. Елементи матриці коефіцієнтів часткової кореляції r_{xy} можна одержати за даними відомої матриці парних кореляцій R :

$$r_{ij} = \frac{A_{ij}}{(A_{ii}A_{jj})^{1/2}}$$

де A_{ij} , A_{ii} , A_{jj} , - алгебраїчні доповнення до відповідних до елементів матриці парних кореляцій R .

Знак коефіцієнту часткової кореляції співпадає зі знаком відповідного коефіцієнта регресії в лінійній моделі.

Коефіцієнт множинної кореляції R_0 являє собою чисельну характеристику тісноти зв'язку відгуку з усіма предикторами.

Коефіцієнт множинної детермінації R^2_0 - чисельна характеристика частки варіації ознаки, поясненою варіацією всіх предикторів:

Коефіцієнти множинної кореляції й детермінації являють собою оцінки тісності лінійних зв'язків досліджуваних ознак.

Коефіцієнт невизначеності - чисельна характеристика частки варіації відгуку, що не піддається поясненню варіацією предикторів.

Кореляційно-регресійний аналіз логічно завершується оцінкою достовірності моделі і її параметричних характеристик та інтерпретацією результатів.

У загальному числі критеріальних оцінок надійності МКРА виділяють наступні групи:

1. Статистичні оцінки надійності регресійної моделі в цілому:
 - коефіцієнти множинної детермінації й кореляції;
 - МБЕ - середній квадрат модельної помилки;
 - МАРІ - коефіцієнт апроксимації, або середня відносна величина модельної помилки;
 - F-критерій Фішера.
2. Статистична оцінка надійності коефіцієнтів регресії, яка проводиться за допомогою критерію Стьюдента.
3. Статистичні оцінки достовірності коефіцієнтів кореляції:
 - частки й парні коефіцієнти кореляції перевіряються за допомогою критерію Стьюдента.
 - коефіцієнт множинної детермінації (кореляції) оцінюється з використанням Б-Критерію Снедекора.

Завдяки своїй простоті й гнучкості метод регресійного аналізу набув широкого розповсюдження в аналітичній практиці. Він стає також невід'ємною частиною або звичайним логічним доповненням багатьох методів багатовимірної статистики: у факторному, дискримінантному аналізі, методі канонічних кореляцій, багатомірному шкалюванні кластерному аналізі і т.д. Подальший розвиток теорії регресійного аналізу насамперед полягає у розробці нових нелінійних форм, що дозволяють із високим ступенем адекватності описувати реальні процеси; класифікації численних регресійних моделей і методів їх розв'язку, орієнтованої на конкретні групи дослідницьких завдань, визначенні перспектив використання регресійного аналізу в комбінації з іншими методами статистичного аналізу.

Література

1. Сошникова Л. А., Тамашевич В.Б., Уебе Г., Шефер М. Многомерный статистический анализ в экономике: Учеб. пособие для вузов/Под ред. проф. В.Н. Тамашевича. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999.-598 с.

2. Саркисян С. А., Каспин В.И, Лисичкин В. А., Минаев Э.С., Пасечкин Г.С. Теория прогнозирования и принятия решений. Под ред. С.А. Саркисяна. М., "Высш. Школа", 1977.
3. Гнурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. Изд. 4-е, доп. Учебное пособие для вузов. М., "Высш. Школа", 1972.

УДК 519.254

ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ МНОГОМЕРНОЙ НЕЛИНЕЙНОЙ СТАЦИОНАРНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРИ НАЛИЧИИ АВТОКОРРЕЛИРОВАННЫХ ПОМЕХ НА ВЫХОДЕ

К.К. Руднев

Самарский государственный университет путей сообщения, РФ

Рассмотрим многомерную стационарную нелинейную динамическую систему с дискретным временем ($i = \dots -1, 0, 1, \dots$), описываемую следующим уравнением:

$$Z_{i+1} = G_1^{(0)} Z_i + G_1^{(1)} Z_{i-1} + \dots + G_1^{(r)} Z_{i-r} + G_2^{(0)} \eta_0(x_i) + G_2^{(1)} \eta_1(x_{i-1}) + \dots + G_2^{(n)} \eta_n(x_{i-n}) \quad (1)$$

где

$$\eta_0(x_i) = \begin{pmatrix} \eta_0^{(1)}(x_i^{(1)}) \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \eta_0^{(m)}(x_i^{(m)}) \end{pmatrix}; \quad \begin{pmatrix} \eta_{r_1}^{(1)}(x_{i-r_1}^{(1)}) \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \eta_{r_1}^{(m)}(x_{i-r_1}^{(m)}) \end{pmatrix} = \eta_{(r_1)}(x_{i-r_1}), \quad Y_i = Z_i + \Xi(i),$$

где Y_i, Z_i – наблюдаемые и ненаблюдаемые векторы выходных сигналов ($Z_i, Y_i \in R^n$), X_i – наблюдаемые векторы входных сигналов ($x_i \in R^m$).

Идентификация объекта сводится к процедуре определения матриц неизвестных параметров $G_1^{(1)}, \dots, G_2^{(r_1)}$ по $\{Y_i, X_i\}$ при известных порядках r и r_1 и является задачей параметрического оценивания.

Условия состоятельности оценок

В общем случае, последовательность $\{\Xi(i)\}$ не является последовательностью независимых случайных векторов, поэтому представляет интерес случай аддитивных локальных

автокоррелированных шумов в качестве наблюдений. Пусть выполняются следующие условия:

1⁰. Множество, которому априорно принадлежат истинные значения параметров устойчивой нелинейной многомерной системы, является компактом.

2⁰. $\eta_k(x_{i-k}), k = \overline{0, r_1}$ не зависят от $\{\Xi(i)\}$.

3⁰. Случайные последовательности $\{\Xi(i)\}$ удовлетворяют условиям:

$$E(\Xi(i) / F_{i-1}) = 0 \text{ п.н.};$$

$$E(\Xi(0)\Xi^T(0)) = D > 0;$$

$$N^{-1} \sum_{i=i_0}^N \Xi(i)\Xi^T(i+p) \xrightarrow[\substack{\text{п.н.} \\ i \rightarrow \infty}]{} h_{\Xi}(p) < \infty, p = \overline{0, n}$$

$$F_{i-1} = \{\Xi(i-1), \dots, \Xi(0)\}; E(\Xi(i)\Xi^T(i) / F_{i-1}) \leq W,$$

где W – случайная матрица, h_{Ξ} – матрица локальных автокоррелированных функций; $E(W) \leq \pi$

4⁰. Вектор входных сигналов X_i и векторы $\eta_0(x_i), \dots, \eta_{r_1}(x_{i-r_1})$ и истинные параметры удовлетворяют условию:

$$N^{-1} \begin{vmatrix} Z_i \\ \text{---} \\ \vdots \\ \text{---} \\ Z_{i-r} \\ \text{---} \\ \eta_0(x_i) \\ \text{---} \\ \vdots \\ \text{---} \\ \eta_{r_1}(x_{i-r_1}) \end{vmatrix} \Big| Z_i^T; \dots; Z_{i-r}^T; \eta_0^T(x_i); \dots; \eta_{r_1}^T(x_{i-r_1}) \Big|_{i \rightarrow \infty} \rightarrow H = \begin{vmatrix} H_{zz} & | & H_{z\eta} \\ \text{---} & & \text{---} \\ H_{\eta z}^T & | & H_{\eta\eta} \end{vmatrix}$$

где H – положительно определенная матрица.

5⁰. Пусть $\Xi_r = (\Xi^T(i+1)\Xi^T(i), \dots, \Xi^T(i-r))^T \in R_{n(r+2) \times 1}$,

$$N^{-1} \sum_{i=i_0}^N \Xi_r \Xi_r^T \xrightarrow{n.n.} \begin{matrix} D \downarrow h_{\Xi} \\ \dots \\ h_{\Xi}^T \downarrow H_{\Xi} \end{matrix}, \text{ где } h_{\Xi} : \text{ имеет размерность } n \times n(r+1);$$

$H_{\Xi} : n(r+1) \times n(r+1)$, где H_{Ξ} – положительно определенные матрицы, элементы которых $n(r+1)$ являются значениями локальной автокоррелированной функции в различные моменты времени.

Определим оценки $\left| \hat{\bar{b}}_j : \hat{\bar{a}}_j \right|$ неизвестных истинных значений параметров $\left| \bar{b}_j^{(0)} : \bar{a}_j^{(0)} \right|$ из условия минимума суммы взвешенных квадратичных отклонений $e^{(j)}(\bar{b}_j, \bar{a}_j, i)$ с весом $\omega(\bar{b}_j)$ [1]:

$$\min_{\substack{\bar{b}_j \\ \bar{a}_j}} \frac{\sum_{i=1}^N \left(y_{i+1}^{(j)} - \left| b_{j \cdot} \downarrow a_{j \cdot} \right| \begin{matrix} Y_r(i) \\ \dots \\ \eta_{r_1}(i) \end{matrix} \right)^2}{\sigma_j^2 + b_{j \cdot} D(b_{j \cdot})^T} b_{j \cdot}^{(r)} Y_{i-r} + a_{j \cdot}^{(0)} \quad (4)$$

Справедливо следующее утверждение:

Пусть стационарная нелинейная динамическая система с нулевыми начальными условиями описывается уравнением (1) и помехи удовлетворяют условиям $2^0, 3^0, 5^0$. Кроме того, истинные значения параметров $\left| \bar{b}_j^{(0)} : \bar{a}_j^{(0)} \right|$ и входные сигналы удовлетворяют условиям $1^0, 4^0$. Тогда оценка $\left| \hat{\bar{b}}_j : \hat{\bar{a}}_j \right|$ определяемая выражением (4) при $N \rightarrow \infty$ существует и является сильно состоятельной оценкой, т.е.

$$\left| \hat{\bar{b}}_j : \hat{\bar{a}}_j \right| \xrightarrow[N \rightarrow \infty]{n.n.} \left| \bar{b}_j^{(0)} : \bar{a}_j^{(0)} \right|.$$

В дальнейшем ход доказательства практически полностью аналогичен доказательству при условии, что $n=m=1$.

Литературы

1. Кацюба О.А., Жданов А.И. Идентификация по методу наименьших квадратов параметров уравнений авторегрессии при аддитивных ошибках измерений // Автоматика и телемеханика. – 1982. - №2. – с.29-38
2. Кацюба О.А., Жданов А.И. Особенности применения МНК для оценивания линейных разностных операторов в задачах идентификации объектов управления // Автоматика и телемеханика. - 1979. - №8. – с.86-95.

**ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ МНОГОМЕРНОЙ
НЕЛИНЕЙНЫХ РАЗНОСТНЫХ УРАВНЕНИЙ РАЗНОГО
ПОРЯДКА С АВТОКОРРЕЛИРОВАННЫМИ ПОМЕХАМИ НА
ВЫХОДЕ**

В.Г. Семашкин

Самарский государственный университет путей сообщения, РФ

Рассмотрим многомерную стационарно устойчивую нелинейную динамическую систему с дискретным временем, которая описывается следующим уравнением:

$$z_i^{(n)} - \sum_{m=1}^{\overline{r_n}} b_0^{(mn)}(n) z_{i-m}^{(n)} = \sum_{l=1}^k \sum_{m=1}^{\overline{r_{nl}}} b_0^{(ml)}(n) \cdot z_{i-m}^{(l)} + \sum_{l=1}^d \sum_{m=0}^{\overline{r_{lj}}} a_0^{(mj)}(n) \cdot \eta_{i-m}^{(j)}(x_{i-m}^{(j)}) \quad (1)$$

$$y_i^{(l)} = z_i^{(l)} + \xi_i^{(l)}, l \neq n$$

где, $y_i^{(l)}, z_i^{(l)}$ наблюдаемые и ненаблюдаемые выходные сигналы, $l = \overline{1, k}$; $n = \overline{1, k}$; k – число выходных переменных; d – число входных переменных, $b_0^{(ml)}(n), a_0^{(mj)}(n)$ – параметры разностного уравнения; $x_i^{(j)}$ – входной сигнал, $j = \overline{1, d}$; $\xi_i^{(l)}$ – помехи, в l – OM выходном сигнале;

Условия состоятельности оценок.

Требуется определить оценки неизвестных коэффициентов нелинейного динамического объекта, описанного уравнением (1) по наблюдаемым последовательностям $\{y_i^{(l)}\}, \{x_{i-m}^{(j)}\}$.

Пусть выполняются следующие условия:

Множество \tilde{B} , которому априорно принадлежат истинные значения параметров устойчивой нелинейной многомерной системы, является компактом.

1. $\{\eta_{i-m}^{(j)}\}$ статически не зависит от $\{\xi^{(l)}(i)\}$

2. Случайные последовательности $\{\xi^{(l)}(i)\}$ удовлетворяют

условиям:

$$\begin{aligned}
E(w^{(l)}) &\leq \pi^{(l)} E\left(\frac{\xi^{(l)}(i+1)}{\xi^{(l)}(i_0)\dots\xi^{(l)}(i)}\right) = 0 \text{ п.н.} \\
E\left(\frac{(\xi^{(l)}(i+1))^2}{\xi^{(l)}(i_0)\dots\xi^{(l)}(i)}\right) &\leq w^{(l)} \\
E\left((\xi^{(l)})^4(i+1)\right) &< \pi_1^{(l)} \text{ п.н.} \\
N^{-1} \sum_{i=i_0}^N \xi^{(n)}(i) \Xi_{r_{nn}}^T(i-1) &\xrightarrow{N \rightarrow \infty} h_{r_{nn}} < \infty
\end{aligned}$$

Где E – оператор математического ожидания,

$w^{(l)}$ – случайная величина,

$\Xi_{r_{nn}}$ – матрица помех.

Вектор входных параметров и истинные значения параметров удовлетворяют условию:

$$\begin{aligned}
N^{-1} \sum_{i=i_0}^N \left((z_{r_{n1}}^{(1)T}(i) : \dots : z_{r_{nk}}^{(k)T}(i) : \eta_{r_{n1}}^{(1)T}(i) : \dots : \eta_{r_{nd}}^{(d)T}(i))^T \times (z_{r_{n1}}^{(1)T}(i) : \dots : z_{r_{nk}}^{(k)T}(i) : \eta_{r_{n1}}^{(1)T}(i) : \dots : \eta_{r_{nd}}^{(d)T}(i)) \right) \\
\rightarrow_{N \rightarrow \infty} H = \begin{pmatrix} H_{zz} & | & H_{z\eta} \\ - & - & - \\ H_{z\eta}^T & | & H_{\eta\eta} \end{pmatrix}
\end{aligned}$$

где $z_{r_{nl}}^{(l)} = (z_{i-1}^{(l)} \dots z_{i-r_{nl}}^{(l)})^T$, $\eta_{r_{nj}}^{(j)} = (\eta_i^{(j)} \dots \eta_{i-r_{nj}}^{(j)})^T$, N – объем выборки, H – положительно определенная матрица.

Средняя дисперсия обобщенной ошибки равна:

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N E[e(b_0(n), a_0(n), i, n)]^2 = (\sigma^{(n)})^2 + b_0(n) D_1(n) b_0^T(n) - 2h_{r_n}(n) b(n) = \omega(b(n))$$

Определим оценки $\begin{pmatrix} b_0(n) \\ - \\ a_0(n) \end{pmatrix}$ неизвестных истинных значений

из условия минимума суммы взвешенных квадратичных отклонений $e(n)$ с весом $\omega(b(n))$

$$\min_{\begin{pmatrix} b(n) \\ - \\ a(n) \end{pmatrix} \in \bar{B}} \sum_{i=1}^N \left[y_i^{(n)} - \begin{vmatrix} b(n) \\ - \\ a(n) \end{vmatrix}^T \begin{pmatrix} Y_{r_{nk}}(i-1) \\ \eta_{r_{nd}}(i) \end{pmatrix} \right]^2 \quad (3)$$

$$\frac{\sigma_n^2 + b(n) D_1(n) b^T(n) - 2h_{r_n}(n) b(n)}{\omega(b(n))}$$

где

$$Y_{r_{nk}}(i-1) = \left(y_{r_{nk}}^{(n)T} \vdots y_{r_{nk}}^{(1)T} \vdots \dots \vdots y_{r_{nk}}^{(k)T} \right)^T, \quad \eta_{r_{nd}} = \left(\eta_{r_{nd}}^{(1)T} \vdots \dots \vdots \eta_{r_{nd}}^{(d)T} \right)^T$$

Теорема. Пусть стационарная нелинейная динамическая система с нулевыми начальными условиями описывается уравнением (1) и выполняются условия (1° – 4°). Тогда оценка $\begin{vmatrix} \hat{b}(n) \\ - \\ \hat{a}(n) \end{vmatrix}$ определяемая

выражением (3) при $N \rightarrow \infty$ существует и является сильно состоятельной оценкой $\begin{pmatrix} \hat{b}(n) \\ - \\ \hat{a}(n) \end{pmatrix} \xrightarrow{N \rightarrow \infty} \begin{pmatrix} b_0(n) \\ - \\ a_0(n) \end{pmatrix}$ п.н.

Непосредственно следует, что $\theta(n) = 1$ является корнем этого уравнения, тогда из (6) следует (5).

Литература

1. Кацоба О.А., Жданов А.И. Особенности применения МНК для оценивания линейных разностных операторов в задачах идентификации объектов управления // Автоматика и телемеханика. - 1979. - № 8. - с.86-90
2. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц. М.: Наука, 1966. - 575 с.
3. Кацоба О.А., Волныкин А.Н. Идентификация многомерных по выходы и выходу стационарных линейных динамических систем // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2006. - С.1026-1033.

УДК 004.657

СИСТЕМА МНОГОУРОВНЕВОЙ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ МИКРОБЛОГОВ ТВИТТЕР В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ

С.В. Валенда, В.С. Садов, С.Г. Тихоненко

Белорусский государственный университет, Республика Беларусь

Введение. Тенденции развития современных информационных технологий показывают, что все большее число пользовательских данных хранится в сети Интернет. Набравшие большую популярность социальные сети, блоги, «облачные хранилища» могут быть представлены как целая сеть данных, собранных вокруг конкретных пользователей всемирной паутины. Роль информации, содержащейся в социальных сетях сложно переоценить: популярные социальные сети Twitter, Facebook служили информационным фундаментом при проведении североафриканских революций [1]. Именно поэтому исследование такого рода данных является важной задачей как в масштабах государства, так и в масштабах целого мира.

Однако существует несколько проблем, с которыми сталкиваются аналитики при попытке применения популярных методов глубинного анализа данных (Data Mining) и аналитической обработки в реальном времени (OLAP)[2] к данным, собранным из социальных сетей. Одна из проблем заключается в том, что данные, полученные через программные интерфейсы из социальных сетей, не являются максимально полными и полезными для проведения анализа и в большей степени пригодны для составления общей статистики. Другая проблема заключается в недостаточной гибкости аналитической системы, при наличии только средств для проведения OLAP-анализа, которые должны быть дополнены средствами для проведения классического транзакционного OLTP исследования. Таким образом, объединяя данные, собранные из различных источников с применением различных методик и технологий в одном хранилище, существует возможность создавать «виртуальные портреты» реальных людей, исследовать их взаимодействие на различных уровнях, искать основные тенденции в сфере информационного взаимодействия.

Техническая реализация инфраструктуры обмена и комплексного анализа данных. Обобщенная модель аналитической системы может быть представлена в виде 4-ех основных уровней (рис. 1): уровень данных, уровень OLAP сервера, уровень сервера обработки запросов (его роль выполняет приложение, написанное на языке Python), уровень представления данных (интерфейс для публикации выходных данных, отчетов).

Уровень данных системы был реализован с использованием реляционной СУБД MySQL, хранилище было построено по схеме «снежинка». Помимо данных, предоставляемых сервисом Twitter, в качестве дополнительных источников данных были использованы следующие Интернет ресурсы и социальные сети: Youtube, Instagram, Facebook, Vkontakte, Google Rank, Google Geolocation.

В качестве OLAP сервера был выбран программный продукт Mondrian (Pentaho Analysis Services), который является реляционным сервером OLAP, так как данных сервер многомерных баз данных обладает отличным уровнем производительности в условиях постоянно пополняющегося хранилища данных[3].

Уровень сервера обработки запросов выполняет написанное на языке программирования Python приложение. Помимо управления запросами к реляционному хранилищу, приложение выполняло функцию прокси-сервера для управления запросами к многомерному хранилищу данных.

Уровень представления данных состоит из веб-приложения, основная функция которого состоит в предоставлении удобного пользовательского интерфейса для формирования отчетов и получения

необходимой статистики. В состав данного компонента также включены методы для работы и отображения данных и методы вызова необходимых веб-сервисов. Все необходимые отчеты предоставляются в виде XLS файлов, либо в виде данных, отображаемых в веб-интерфейсе.

Система анализа данных. Основным предметом исследования при использовании спроектированной системы являлось построение общей статистики и статистики для данных, связанных преимущественно с конкретным человеком, членом социальной сети микроблогов Twitter. На этапе построения хранилища выбиралась необходимая глубина поиска для лиц, так или иначе связанных с исследуемым человеком через виртуальные связи в рассматриваемой социальной сети. Основной задачей для исследования была поставлена необходимость сбора наибольшего числа фактов, которые помогли бы построить и максимально оценить социальный и психологический портреты личности. Большое число общих данных, собранных для исследований определенного пользователя были использованы для составления дополнительной общей статистики.

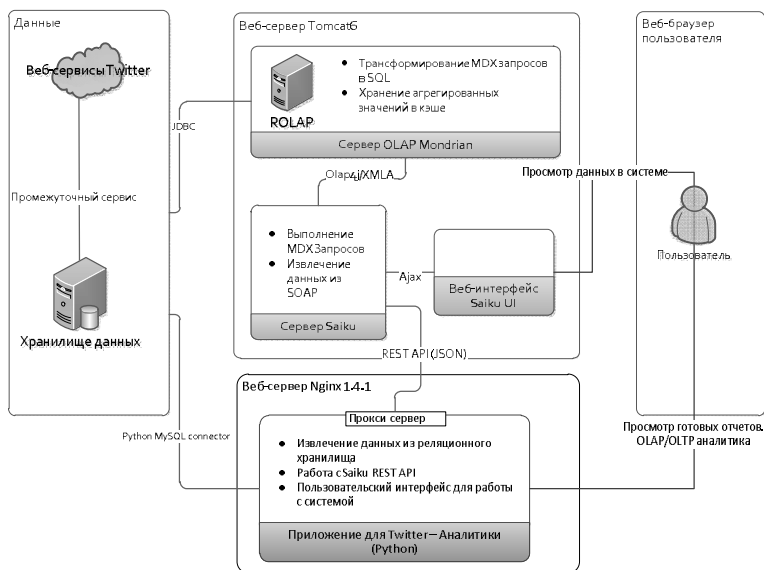


Рис. 1. Высокоуровневая схема аналитической системы

Ключевыми объектами структуры данных, предназначенной для анализа, являются числовые параметры, такие, как:

- количество статусов (записей);

- количество комментариев;
- количество сообщений относящихся к определенной теме;
- рейтинг сообщений в различных сторонних сервисах.

К неявным характеристикам, определяемым только при исследовании собранных данных, можно отнести количество комментариев определенного пользователя, эмоциональную окраску и семантический смысл сообщения, полученных путем предварительной обработки текстовой информации микроблогов, с учетом стилистических особенностей написания сообщений в социальных сетях.

Заключение. Предложенная система анализа социальных данных системы микроблогов Twitter позволяет изучить в динамике информацию о статусах пользователя, его подписчиках и подписках. Данное решение предоставляет возможность исследовать не только индивидуальные показатели и характеристики социального портрета личности, но и социальные портреты групп, а также их общие явные и неявные связи. Аналитическая система может быть внедрена в областях агрегированного исследования основных тенденций и локальных обсуждений в Интернете, построения графов общения пользователей на основе предопределенных критериев, определения скрытых закономерностей при исследовании учетных записей пользователей и ключевых слов статусных сообщений.

Литература

1. В.Гоним. Революция 2.0 / В.Гоним // Лениздат., С.Петербург, 2012. – С. 352.
2. Wrembel, R. Data warehouses and OLAP: concepts, architectures, and solutions / R. Wrembel, Chr. Koncilia. – Idea Group Inc., 2007 – 332 p.
3. Ахрамович, А.В. Модель аналитической системы мониторинга операционной деятельности в учреждениях государственного сектора с использованием OLAP-технологии / А.В. Ахрамович, С.В. Валенда, И.Л. Чваркова, С.Г. Тихоненко // Журнал «Электроника Инфо», Минск, №3, 2011. – С. 57-61.

УДК 519.862

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ В ТЕХНОЛОГИИ ИССЛЕДОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Ю.М. Лисецкий
ДП «ЭС ЭНД ТИ УКРАИНА»

Исследованию сложных систем, их моделированию и развитию математических методов анализа посвящены работы большого количества зарубежных, советских и отечественных ученых, таких как Л. Берталанфи, Э. Квейда, В. Лефевра, Н. Винера, В.И. Вернадского, Т. Котабринского, В.М. Глушкова, А.Г. Ивахненко, В.С. Михалевича,

Н.П. Бусленко, М.З. Згуровского, Н.Д. Панкратовой и др. Их научные результаты создали основу методологии системного подхода и системного анализа.

Сложная система – это упорядоченное множество структурно взаимосвязанных и функционально взаимозависимых элементов [1]. Для исследования сложных систем используются их модели. Модель – это объект, который имеет сходство в некоторых отношениях с реальной системой и служит средством описания и/или объяснения, и/или прогнозирования поведения реальной системы. Важнейшим качеством модели является то, что она дает упрощенный образ, отражающий не все свойства реальной системы, а только те, которые существенны для исследования. Поэтому любая модель строится и исследуется при определенных допущениях, гипотезах. Модель является результатом отображения одной структуры на другую. Отобразив физическую систему на математическую (например, математический аппарат уравнений), получим математическую модель физической системы.

Как используется математическая модель при анализе системы? В простейшем случае – как инструмент сравнения качества определенных вариантов системы.

При проведении таких сравнительных оценок необходимо не только произвести анализ моделей систем, но и выбрать такие варианты, которые обеспечивают наиболее эффективное решение задачи в соответствии с их предназначением. Как правило, эти варианты называют рациональными.

Существует достаточно большое количество методов решения этой задачи, которые предлагается в соответствии с этапами проведения исследования разделить на анализ данных, построение моделей, классификацию, нахождение оптимальных вариантов, выбор рационального варианта.

Процесс построения, изучения и применения моделей называется моделированием. То есть можно сказать, что моделирование – это изучение системы путем построения и исследования ее модели, осуществляемое с определенной целью, состоит в замене экспериментов с системой экспериментами на модели. Подходы к построению моделей достаточно подробно описаны в [2]. Мощным инструментом создания математических моделей является метод группового учета аргументов (МГУА). Это типичный метод индуктивного моделирования и один из наиболее эффективных методов структурно-параметрической идентификации сложных систем по данным наблюдений в условиях неполноты информации. Достоинство МГУА состоит в том, что адекватность модели

порождающей ее системы обеспечивается самим процессом моделирования.

Анализ данных можно проводить с помощью Data Mining, OLAP-технологий, Fuzzy sets или их комбинации.

Data Mining (добыча данных) – это собирательное название, используемое для обозначения совокупности методов, позволяющих обнаружить знания в ранее известных базах данных. Термин введен Г. Пятецким-Шапиро в 1989 г. [3].

OLAP (англ. online analytical processing – аналитическая обработка в реальном времени) – технология обработки информации, которая позволяет быстро получать ответы на многомерные аналитические запросы [4].

Fuzzy sets – построение математической модели по результатам наблюдений или задача идентификации систем. Используется в тех случаях, когда синтезируемые модели базируются на экспертных лингвистических высказываниях. Одним из наиболее разработанных в инженерном отношении инструментов учета лингвистической информации является теория нечетких множеств и нечеткая логика, которая ведет свое начало с 1965 года, когда профессор Лотфи Заде из Калифорнийского университета Беркли опубликовал основополагающую статью «Fuzzy Sets» в журнале «Information and Control» [5].

Для решения задачи классификации используется совокупность методов статистического многомерного анализа. В зависимости от того, в какой области научных знаний методы классификации возникли и получили свое развитие, они называются методами многомерной классификации, группировки, автоматической классификации, таксономии, кластерного анализа [6, 7]. Методы классификации позволяют осуществить разбиение изучаемой совокупности систем на отдельные группы, называемые классами, таксонами, кластерами. Разбиение производится так, что системы, отнесенные к одному классу, считаются "похожими", близкими, однотипными, а к разным – "непохожими", далекими, разнотипными.

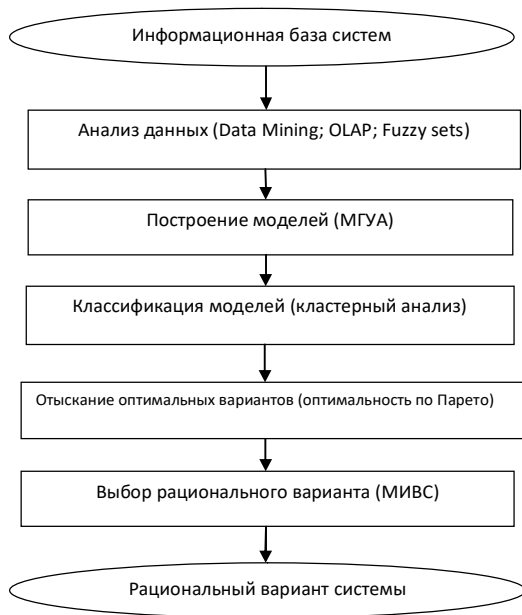


Рис. 1. Структурно-логическая схема исследования сложных систем

Одним из эффективных методов классификации зарекомендовал себя кластерный анализ [7]. Данный метод исследования получил развитие в последние годы в связи с возможностью компьютерной обработки больших баз данных. Существует около 100 разных алгоритмов кластеризации, однако наиболее часто используемые – иерархический кластерный анализ и кластеризация методом средних.

Затем осуществляется поиск оптимальных вариантов систем в своем классе. Наиболее часто для этого используют метод Парето [8]. Оптимальность по Парето – это такое состояние системы, при котором значение каждой частной характеристики, описывающей состояние системы, не может быть улучшено без ухудшения положения других элементов. Таким образом мы находим область решений (вариантов систем), оптимальных по Парето.

И, наконец, из этого множества оптимальных вариантов систем необходимо выбрать один рациональный вариант системы, что на практике также может осуществляться различными методами экспертных оценок, квалиметрии, введения метрик в пространстве [9–11]. В случае затруднения в выборе метода из всей возможной

совокупности рекомендуется использовать метод итерационного выбора систем (МИВС), разработанный автором [12].

Описанную выше технологию исследования сложных систем можно представить в виде структурно-логической схемы следующим образом (рис. 1).

Таким образом, очевидно, что математические модели и методы являются мощным инструментом исследования сложных систем, с помощью которых могут быть определены свойства системы (чувствительность к изменению значений характеристик и др.), установлены взаимосвязи между характеристиками системы, найдены оптимальные или близкие к оптимальным решения, проведена оценка их эффективности.

Литература

1. Згуровский М.З. Системный анализ: проблемы, методология, приложения / М.З. Згуровский, Н.Д. Панкратова. – К.: Наукова думка, 2005. – 743 с.
2. Лисецкий Ю.М. “Некоторые подходы к построению моделей сложных систем” / Ю.М. Лисецкий // Тези конференції «Математичне та імітаційне моделювання систем МОДС’2013». – Чернівці, 2013. – С. 326–330.
3. Witten I.H. Hall Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques / Witten I.H., Frank E., Mark A. – [3rd edition]. – Morgan Kaufmann, 2011. – P. 664.
4. Кудрявцев Ю. OLAP-технологии: обзор решаемых задач и исследований / Ю. Кудрявцев // Бизнес-Информатика. – 2008. – № 1. – С. 66–70.
5. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений / Заде Л. – М.: Мир, 1976. – 167 с.
6. Плют В. Сравнительный многомерный анализ в экономических исследованиях: Методы таксономии и факторного анализа / Плют В. – М.: Статистика, 1980. – 151 с.
7. Дюран Б. Кластерный анализ / Б. Дюран, П. Оделл. – М.: Статистика, 1977. – 127 с.
8. Подиновский В.В. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач / В.В. Подиновский, В.Д. Ногин. – М.: Наука, 1982. – 256 с.
9. Гнатієнко Г.М. Експерні технології прийняття рішень / Г.М. Гнатієнко, В.Є. Снитюк. – К.: ТОВ «Маклаут», 2008. – 444 с.
10. Квалиметрия (ее содержание, задачи и методы) / А.В. Гличев, Я.Б. Шор, И.Б. Погожев [и др.] // Стандарты и качество. – 1970. – № 11. – С. 17–24.
11. Калниболотский Ю.М. Автоматизированное проектирование электронных схем / Калниболотский Ю.М., Сундучков К.С., Солодовник А.И. – К.: Техника, 1987. – 301 с.
12. Лисецкий Ю.М. Выбор сложных систем по критерию минимума среднего риска / Ю.М. Лисецкий // УСИМ. – 2007. – № 3. – С. 22–25.

UDC 004.738.5.057.4:004.94

COMPARISON OF NETWORK SIMULATORS IN IP NETWORKS

John N. Davies, Paul Comerford, Vic Grout, Mariya Tevkun

The size and complexity of networks has greatly increased in recent years due to ubiquity of the Internet. This is required to cater for the large increase in bandwidth intensive applications such as VoIP and video streaming and to fulfil the need for enhanced security [1]. One of the major problems associated with network design is being able to predict what the affect of changes are on the network. To this end a series of tools have been built to address this issue. It would be ideal if the network could be duplicated since this would give very precise answers. Unfortunately because of the amount of equipment and hence cost involved in this it is not practical, so tools like network emulators and simulators are used. This leads to the question how accurate are the results obtained from these compared to a real network which is the purpose of this investigation. The particular area of interest for this research work was network performance in an IP network with multiple routing protocols across several domains and with security implemented inline with a policy.

The best definition found to define a network emulator is “to imitate the function of (another system), that allow the imitating system to accept the same data, execute the same programs, and achieve the same results as the imitated system” [2] and that for a network simulator is “a representation of a problem, situation, etc., in mathematical terms, especially using a computer” [2].

Some tools that have been investigated fall into the category of emulators e.g. Cisco Packet Tracer. These are excellent tools for use in a teaching environment or for creating configurations for real networks but are incapable of producing reliable performance results for research purposes. So these have been omitted from this investigation.

Having investigated the simulators most commonly used in the submission of IEEE papers [3] it has been decided to consider ns-2, Matlab and Opnet. Additionally it was felt advantageous to include gns3 an Open System simulator. Results obtained from running identical models in the simulators were compared the results obtained from a real network made up from Cisco routers.

Ns-2 is the most popular simulator used in the production of papers because it is Open System freely available with many contributors in the research community. However development for it has stagnated and it is now showing its age now being gradually replaced by the upgraded version ns-3 [4]. Ns-2 does not offer full IPv4 or IPv6 support which is included in ns-3 [5].

Opnet is very user friendly and handles IP networks and protocols very well, but this is a commercial product, and are available via educational licences.

The graphical network simulator (gns3) is based on Dynamips which allows Cisco and Juniper router configurations to be tested out. Additionally it has support for Wireshark which means that similar test to those carried out on the real network could be carried out.

Matlab has its origins in maths and engineering it is a good tool for computing results for mathematical models of the network under consideration. This is a very flexible tool but does not have good support for IP networks.

Two scenarios were setup to do the comparison. Due to the diversity of the simulators it was felt that the scenarios should reflect the research area of interest as opposed to undertaking an in depth analysis of all functionality and features of each simulator. The particular area of interest was network performance in an IP network with multiple routing protocols across several domains and with security implemented inline with a policy.

Basic IP network. The obvious place to start doing comparisons is by creating the simplest network and observing the results. This allows a baseline figure for delays across a single device to be obtained. The most basic IP network that has been considered is a simple network with one routing device. Simple ICMP packets were passed through the model and the real network to obtain the results. Figure 1 shows the Opnet configuration for the model.

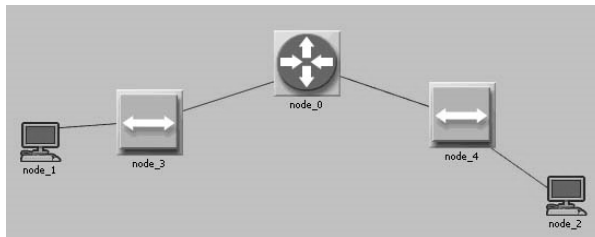


Fig. 1. Basic network setup

Chosen basic network was configured in a laboratory using Cisco router and in second case with Linux configured router. The model of this network was created using Ns-3, Opnet, Gns3 and MatLab. First set of experiments was conducted without security; second set of experiments in basic network was conducted when Access Control Lists (ACLs) were enabled.

The results for basic network are presented in table 1. Table 1 contains a summary of the results for the delay across routers and shows the % difference to the values measured in the real network.

Table 1 - Summary of Router Delays for Simulations against Real Networks

	No Security	With Security	%
Real Network (Cisco)	150 mSecs	320 mSecs	0% : 0%
Real Network (Linux)	70 mSecs	90 mSecs	-53% : -72%
Ns-3	4380 mSecs	N/A	2820% : N/A
Opnet	600 mSecs	N/A	300% - N/A

When comparing the results obtained from a real network using Cisco equipment with that of a real network using a Linux machine, considerable discrepancies were observed. For the Linux network, delays were ~50% less than the equivalent Cisco network, this was exacerbated with the addition of security. This discrepancy could be attributed to underlying hardware architecture of the Linux machine however it would be beneficial to repeat the tests a number of times using both a basic network and a more complex IP network consisting of several nodes.

Complex IP network. When investigating the design of a complete network it is necessary to ensure all the configuration components are available. This scenario involves - setting IP addressing, Management and Security Policy, designing physical network including diagram, designing Wide Area Network requirements including backup routes, selecting and designing IP and AS Addressing, selecting and designing the required hardware and software, Designing issues associated with the internet and intranet servers, designing Routing protocol requirements, designing Management issues. Figure 2 is a simplified diagram to show the actual route through the network.

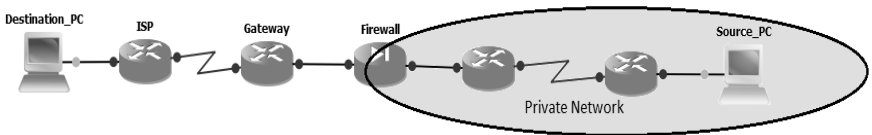


Fig. 2. Complex IP Network

Interior (OSPF) and exterior routing protocols (BGP) have been used to select the route. Additionally Network Address Translation (NAT) has been configured and links were installed to provide redundancy. Results were produced without a configuration in a firewall i.e. no security and then the further measurements were made with the firewall configure i.e. with security. Complex network was configured in a laboratory using Cisco router and in second case with Linux configured router. The model of this network was created using Ns-3, Opnet, Gns3 and MatLab. The ability to control the traffic in Opnet made it unsuitable for this comparison and hence no results were produced. The results of MatLab are similar to the real network, since the created model is mathematical.

The results for complex network are presented in table 2. Table 2 contains a summary of the results for the delay across routers and shows the % difference to the values measured in the real network.

Table 2 - Summary of Router Delays for Simulations against Real Networks

	No Security	With Security	%
Real Network (Cisco)	920msecs	1086msecs	18%
Ns-3	12049msecs	N/A	1200% - N/A
Gns-2	1073msecs	51574msecs	16% - 4600%

When starting a piece of research work it is necessary to understand the scope of the work to be carried out and to understand the amount of work needed to create models. If the results required can be obtained using a small network with a limited amount of traffic then building this in the lab is the optimum solution. However as the network size and traffic size increases then simulators are clearly the approach to take. The results obtained by using simulators can be hit and miss since this work shows that large discrepancies can be observed.

It is not reasonable to assume that the simulators used are going to support exactly the area that is of interest and therefore it is likely that specialized code may well have to be written to support the work. Support of simulators by the research community is a definite advantage since it helps identify people working in the same area. It is essential to make sure that the simulator chosen has the ability to accept the code without having to do major rewrites. The only sure way of guaranteeing that the results obtained reflect what is observed in real networks is to either use a mathematical model and implement it in Matlab or by creating an application.

References

1. Mahimkar, A, Yates, J, Zhang, Y, Shaikh, A Wang, J Ge, Z and Tien, C Troubleshooting chronic conditions in large IP networks. In Proceedings of the 2008 ACM CoNEXT Conference (CoNEXT '08). pp. 1 - 12 ACM, New York, NY, USA.
2. Free dictionary web site (2011), <http://www.thefreedictionary.com/> (accessed 10 June 2011)
3. Sarkar, N.I. Halim, S.A. (2011), "A Review of Simulation of Telecommunication Networks: Simulators, Classification, Comparison, Methodologies, and Recommendations", *Cyber Journals: Multidisciplinary Journals in Science and Technology*, Journal of Selected Areas in Telecommunications (JSAT), March Edition, 2011
4. Ns-3 Documentation-Introduction, For Ns-2 Users <http://www.nsnam.org/docs/tutorial/html/introduction.html#for-ns-2-users> (2010) accessed 15th August 2011
5. Henderson, T.R. Roy, S. Floyd, F. and Riley, G.F.. 2006. *ns-3 project goals*. In *Proceeding from the 2006 workshop on ns-2: the IP network simulator* (WNS2 '06).

УДК 004.82 (045)

ПОШУК ЗМІСТУ ВИСЛОВЛЮВАНЬ ЧЕРЕЗ ПОБУДОВУ ЛОГІКО-ЛІНГВІСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

А.І.Вавіленкова

Національний авіаційний університет, Україна

Зазвичай, змістовне наповнення речення пов'язують з пресупозицією – компонентою змісту речення, яка повинна бути істинна для того, щоб речення не сприймалося як аномальне. Пресупозиції, що визначають зміст висловлювання, можуть міститися у попередньому контексті [1]. Тоді виявлення логічних зв'язків стає можливим за рахунок зіставлення та заміни предикатних змінних і констант у логіко-лінгвістичних моделях.

Ланцюжки з власними назвами – власна назва набуває своє конкретне предметне значення, лише входячи до складу ланцюжка назв. Тобто це засоби, що підсилюють інформативну якість тексту та належать до формальних показників зв'язку текстових структурних одиниць [2].

Наприклад, «Томас Джефферсон народився в Шедвелі штат Вірджинія. Джефферсон закінчив коледж у Вірджинії й обрав професію юриста. Підтримка Джефферсоном прав американських колоністів зумовила його участь у Другому континентальному конгресі».

Логіко-лінгвістична модель для даного фрагменту має вигляд [3]:

Народився (Томас & Джефферсон, Шедвелі [штат [Вірджинія]]),
Закінчив (Джефферсон, коледж [Вірджинії]) & Обрав
(Джефферсон, професію [юриста]),
Зумовила (підтримка [Джефферсоном], прав [колоністів
{американських}]),
Участь [його] [конгресі {Другому & континентальному}].

У всіх трьох реченнях мова йде про одну й ту ж людину – Джефферсона, тому в логіко-лінгвістичній моделі робиться заміна предикатної змінної (суб'єкта) другого речення та предикатної змінної (аргументу) третього речення на суб'єкт першого. Після такої заміни логіко-лінгвістична модель матиме вигляд:

Народився (Томас & Джефферсон, Шедвелі [штат [Вірджинія]]),
Закінчив (Томас & Джефферсон, коледж [Вірджинії]) & Обрав
(Томас & Джефферсон, професію [юриста]),
Зумовила (підтримка [Томас & Джефферсон], прав [колоністів
{американських}])→

Брав & участь (Томас & Джефферсон, конгресі {Другому & континентальному}).

Дейктичне повторення або анафоричні зв'язки вказують на вже названі предмети, ознаки та обставини за допомогою спеціальних слів:

займенників, прислівників, семантично спустошених слів, які вживаються замість іншого слова або словосполучення з попереднього контенту, чисельників у ролі підмета.

Нехай є текст «Томас Джефферсон народився в Шедвелі штат Вірджинія. Його батько Пітер Джефферсон був процвітаючим плантатором».

У другому реченні займенник «його» вказує на Томаса Джефферсона. Тому в логіко-лінгвістичній моделі зроблено заміну:

Народився (Томас & Джефферсон, Шедвелі [штат [Вірджинія]]),

Був (Пітер & Джефферсон, батько [Томас & Джефферсон] , плантатором {процвітаючим}).

Дієприслівниковий зворот на початку речення – виконує функцію обставини із значенням часу або відтінком причини, що відносить до всього речення в цілому. Дієприслівникові звороти встановлюють зв'язок однієї події з іншою, вказують на послідовність дій, можуть означати дію, яка відбувається за уже названою, проте передує подіям, що описуються далі по тексту. Такий засіб когезії дозволяє зображувати події, не описуючи їх окремо, проте вважаючи точкою відліку для іншої дії.

Нехай є фрагмент тексту «Прочитавши від першого до останнього рядка, переглянувши всі ілюстрації, Байда заговорив».

У логіко-лінгвістичній моделі використано операцію імплікації для встановлення хронології подій:

Прочитав (Байда, першого [рядка [останнього]]) & Переглянув (Байда, ілюстрації {всі}) →

Заговорив (Байда).

Дискурсивні слова – сурядні та підрядні сполучники. Змістовні відношення між реченнями у тексті виражаються за допомогою сполучників, що стоять на початку речень. Вибір сполучника пов'язаний з характером змістовних зв'язків у тексті (одночасність чи послідовність подій, протиставлення, залежність, альтернативність вибору і т. ін.). Дискурсивні слова впливають на операції, що використовуються в логіко-лінгвістичних моделях.

Наприклад, є текст ««Томас Джефферсон народився в Шедвелі штат Вірджинія. Його батько Пітер Джефферсон був процвітаючим плантатором, а його мати належала до аристократичної родини».

Логіко-лінгвістична модель даного уривку матиме вигляд:

Народився (Томас & Джефферсон, Шедвелі [штат [Вірджинія]]),

Був (Пітер & Джефферсон, батько [Томас & Джефферсон] , плантатором {процвітаючим}),

Належала (мати [Томас & Джефферсон], родини {аристократичної}).

Еліпсис або контекстуально неповні синтаксичні конструкції – засіб когезії, що означає пропуск у тексті певної мовної одиниці, яку можна відтворити за змістом попередніх речень. Семантична та структурна неповнота речень пов'язана з тим, що при описі нової ситуації окремі її елементи уже названі у попередньому контексті і не потребують повторного позначення. Неповні конструкції не можуть вживатися самостійно і реалізують свою комунікативну функцію лише разом з іншими реченнями тексту.

Наприклад, у реченні «Люди до її говорять – не чує, не слухає».

Тире дає можливість зрозуміти, що «не чує» і «не слухає» – «вона», тому логіко-лінгвістична модель даного речення матиме вигляд:

Говорять (люди, її) → ¬чує & ¬ слухає (вона).

Вставні слова – виконують функцію утворення тексту, вказуючи порядок викладення думки, наприклад, по-перше, по-друге, нарешті, отже, до речі, іншими словами та ін.

Вставні слова не відображаються в логіко-лінгвістичній моделі, проте мають суттєве значення для зв'язків між реченнями природної мови, а також для формування стилістичного забарвлення тексту.

Нехай є уривок тексту «По-перше, експерти зібралися узгодити план дій, по-друге, інженери не погодилися на розроблення програмного забезпечення за новим методом».

Вставні слова «по-перше» та «по-друге» дали можливість створити дві логіко-лінгвістичні моделі для одного речення:

Зібралися & узгодити (експерти, план [дій]),

– Погодилися (інженери, розроблення [забезпечення{ програмного [методом {новим}] }]).

Із наведених прикладів зрозуміло, що засоби когезії мають вплив на формування змісту тексту [4]. Відповідно, внесення змін у логіко-лінгвістичні моделі згідно правил створення логічних зв'язків у тексті, є виявленням змісту висловлювань.

Література

1. Головкина С.Х. Лингвистический анализ текста //С.Х. Головкина, С.Н. Смольников. – Вологда: Издательский центр ВИРО, 2006. – 124с.
2. Валгина Н.С. Теория текста. – М.: Логос, 2003.
3. Вавіленкова А.І. Синтез логіко-лінгвістичних моделей речень природної мови як засіб побудови змістовної моделі тексту /А.І. Вавіленкова // Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика: зб. доп. наук.-практ. конф. з міжнар. участю. – Київ: ППМС НАНУ, 2013. – С. 49–51.
4. Вавіленкова А.І. Теоретичні основи аналізу електронних текстів: [монографія] / А.І. Вавіленкова, Д.В.Ланде, О.Є. Литвиненко. – К.: НАУ, 2014. – 250с.

УДК 004.94(075.8)

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РЕІНЖИНІРГУ БІЗНЕС-ЛОГІКИ ЗАПОВНЕННЯ РОБОЧИХ НАВЧАЛЬНИХ ПЛАНІВ У СИСТЕМІ "ЕЛЕКТРОННИЙ КАМПУС НТУУ «КПІ»" ЗА ДОПОМОГОЮ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

К.С. Глущенко
НТУУ «КПІ», Україна

Інформаційні технології сьогодення відіграють ключову роль у робочому і навчальному процесах працівників та студентів НТУУ «КПІ». З метою підтримки цих процесів та структуризації величезної кількості інформації, що необхідна для організації та проведення навчального процесу кафедр університету була розроблена та впроваджена у Єдине Інформаційне Середовище НТУУ «КПІ» інформаційно-аналітична система "Електронний кампус НТУУ «КПІ»" (далі ЕК). При створенні системи ЕК основними цілями, згідно з [1], були: організація процесу взаємодії та спілкування учасників навчального процесу, тобто студентів та викладачів, реалізація комплексного підходу до планування навчального процесу, забезпечення навчального процесу необхідними методичними матеріалами та всебічною інформацією.

Існуючий процес заповнення та взаємодії з робочими навчальними планами (далі РНП) передбачає наступні дії:

- 1) методисти кафедр і факультетів розроблюють та заповнюють РНП за допомогою автоматизованої системи планування навчального процесу;
- 2) відповідальний ЕК конвертує та реплікує дані РНП до системи ЕК;
- 3) викладачі взаємодіють з підсистемою РНП у ЕК та завантажують методичні матеріали до кожного рядка РНП поточного навчального року.

Виконання цього процесу відбувається щорічно для забезпечення можливості взаємодії викладачів і студентів з робочими навчальними планами у системі ЕК. Після виконання цього процесу рядки РНП попереднього та поточного навчальних років асоціюються між собою, але рядки поточного навчального року не прив'язуються до дисципліни або кредитного модулю в рамках яких відбувається навчальний процес згідно РНП. Як наслідок, методичні матеріали, які були завантажені для рядків РНП попереднього навчального року треба повторно завантажувати або прикріплювати до рядків РНП поточного навчального року. Це є проблемою для кожного викладача, який є у системі ЕК, оскільки щорічне повторне завантаження або прикріплення методичних матеріалів вимагає великої кількості часу.

Для вирішення цієї проблеми було запропоновано створення додаткового функціонального модулю (програмного забезпечення) у межах системи ЕК, який дозволить методистам кафедр після конвертації та реплікації даних РНП до системи ЕК створювати (або використовувати вже створені) кредитні модулі та прив'язувати до них репліковані рядки РНП поточного навчального року. В результаті використання функціонального модулю буде отримана сутність "зв'язок", яка буде містити у собі окрім посилання на рядок РНП та посилання на кредитний модуль дві додаткові характеристики - «чи є прив'язаний кредитний модуль головним» та «посилання на головний кредитний модуль». Це дозволить зберігати усі методичні матеріали у одному (головному) кредитному модулі, які будуть доступні усім кредитним модулям для яких цей кредитний модуль виступає головним. Закріплення матеріалів таким чином також суттєво зменшить візуальне навантаження на викладача, оскільки для нього буде відображатися лише один кредитний модуль, а не декілька рядків РНП, кількість яких з кожним навчальним роком буде збільшуватись. Наприклад, замість трьох рядків РНП "Іноземна мова - 1. Вступ 2011 (2012, 2013) - 2012 (2013, 2014); Кафедра АСОІУ" та ще трьох рядків РНП "Іноземна мова - 1. Вступ 2011 (2012, 2013) - 2012 (2013, 2014); Кафедра ТК" для викладача буде відображено лише два кредитних модуля "Іноземна мова - 1. Вступ; Кафедра АСОІУ" та "Іноземна мова - 1. Вступ; Кафедра ТК".

Для оцінки ефективності розробки та впровадження такого програмного забезпечення за допомогою засобів GPSS [2] побудуємо імітаційну модель взаємодії викладачів з РНП до та після впровадження програмного забезпечення. Для створення найбільш правдоподібної моделі щорічна кількість рядків РНП, кількість викладачів, які працюють з цими рядками та час роботи викладачів будуть наближено рівні реальним значенням, а саме кількість рядків РНП - 22000, кількість викладачів - 2000, час завантаження матеріалів викладачем до рядка РНП 120 ± 50 секунд. Згідно експертної оцінки, 75% методичних матеріалів попереднього навчального року залишаються без змін у новому навчальному році. Критеріями ефективності будуть середній час який витрачає викладач на завантаження методичних матеріалів та загальний час на завантаження методичних матеріалів до усіх рядків РНП.

Модель, яка побудована на мові GPSS, представляє собою набір блоків, між якими за визначеними правилами переміщуються рухомі об'єкти - транзакти. У якості транзактів будуть виступати рядки РНП, а у якості блоків - багатоканальний пристрій, який буде імітувати роботу викладачів. Таку модель можна представити у вигляді систем масового обслуговування (СМО), які зображено на рисунку 1.

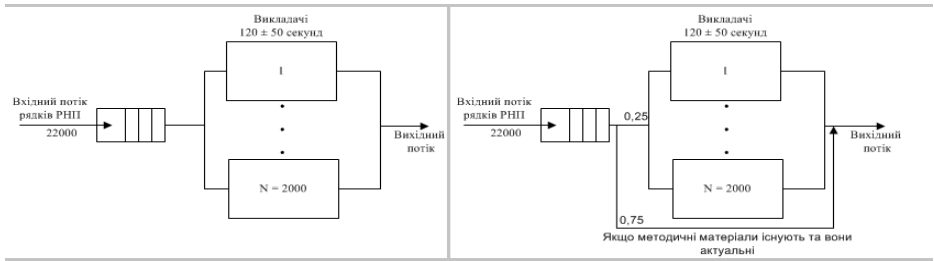


Рис. 1. Модель у вигляді СМО до та після впровадження ПЗ

Результати моделювання представлено у вигляді гістограм: середній час завантаження матеріалів викладачем до рядка РНП (рисунок 2) та загальний час на завантаження матеріалів до усіх рядків РНП (рисунок 3). На рисунках на осі абсцис зображено відлік навчальних років, а на осі ординат - час, який витрачається на виконання операції (на рисунку 2 - у секундах, на рисунку 3 - у годинах).

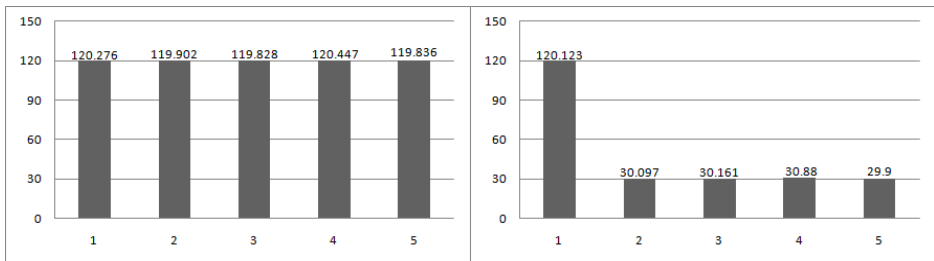


Рис. 2. Гістограми середнього часу(секунди) завантаження матеріалів до та після впровадження ПЗ

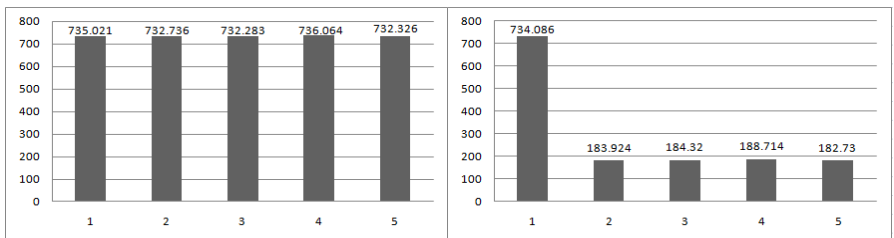


Рис. 3. Гістограми загального часу(години) завантаження матеріалів до та після впровадження ПЗ

З гістограм можна побачити, що впровадження описаного програмного забезпечення суттєво зменшить навантаження на викладачів у подальших навчальних роках після того, як вони завантажуть свої методичні матеріали, оскільки, методичні матеріали

минулих років також будуть доступні і у поточному навчальному році. Якщо ж викладача повністю задовольняють матеріали, які вже завантажені до системи ЕК, то для нього це навантаження буде відсутнє.

Висновок.

В роботі було розглянуто можливий метод реінжиніру бізнес-логіки заповнення робочих навчальних планів у системі ЕК. На основі цього методу було проведено імітаційне моделювання, яке продемонструвало ефективність запропонованого методу вирішення проблеми, що дозволить суттєво полегшити взаємодію викладачів з системою ЕК.

Література

1. Інформаційно-аналітична система «Електронний кампус НТУУ "КПІ"»[Текст] / Ольга Габзовська, Яна Ромашкевич, Катерина Мелкумян, Артем Савицький / Збірник научних робіт за матеріалами міжнародної 4-ї науково-практичної конференції «Іноваційні комп'ютерні технології у вищій школі». - Львів, 2012. - С. 87-90.
2. Томашевский В., Жданова Е. Имитационное моделирование в среде GPSS. – М.:Бестселлер, 2003. – 416 с.

УДК 004.9+681.5.017

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ ДАНИХ В СИСТЕМІ МОНІТОРИНГУ МОБІЛЬНОГО РОБОТА

С.В. Голуб, В.В. Немченко

Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького, Україна

Система моніторингу мобільного робота передбачає обробку інформації, яка надходить з оточуючого середовища, та забезпечує на її основі процес прийняття рішення, щодо питання керування рухом мобільного робота.

На сьогоднішній день існує багато підходів до організації процесу обробки даних, в основі яких лежать штучні нейронні мережі, нечітка логіка, генетичні алгоритми, індуктивні алгоритми та інші, а також поєднання різних методів.

Всі вони мають свої переваги та недоліки, та основною їх особливістю є унікальність розробки під конкретні умови використання.

Альтернативою до них є застосування ієрархічного підходу, де загальна задача розділяється на певну кількість підзадач для спрощення процесу прийняття рішення.

З огляду на вищесказане, виникає нагальна потреба у пошуку нових підходів до організації процесу обробки даних в системах керування

мобільними роботами, які б могли поєднати математичний апарат існуючих методів разом з чіткою структурою ієрархії.

Для забезпечення процесу перетворення інформації запропоновано використовувати багаторівневу систему обробки інформації [1]. Структура такої системи складається з двох страт [2], де на першій відбувається побудова моделей-класифікаторів оперативної ситуації, на другій – моделі напрямку руху. Моделі отримуються за допомогою методу групового урахування аргументів та нейронними мережами.



Рис. 1. Структурна схема багаторівневої системи обробки інформації

Описана система оперує даними розбиття карт глибини на фрагменти, отриманими по стереопарі зображень [3] двох спарених камер.

Глобальна функція багаторівневої системи обробки інформації, може бути представлена в наступній залежності

$$Y = f(X), X \in \{D, b, d, z\},$$

де D – карта глибини зображення, представлена у вигляді одновимірного масиву, b – ширина фрагмента карти глибини, d – крок розділення фрагментів карт глибини, z – коефіцієнт відхилення від центральної осі зображення, Y – оцінка фрагменту.

На рис. 2 - 3 зображено приклад карти глибини та її розбиття на фрагменти.



а) початкове зображення



б) карта глибини

Рис. 2. Карта глибини тестового зображення



Рис. 3. Фрагменти карти глибини

Часто трапляється ситуація, коли рівень адекватності результатів моделювання нижче допустимої норми. Це пов'язано передусім з недостатньою інформативністю вхідних даних, що позначається на якості методів синтезу моделей.

Для подолання зазначеної проблеми запропоновано метод формування горизонтальних зв'язків між моделями однієї страти підсистеми багаторівневого перетворення інформації мобільного робота, який полягає в формуванні дублюючих рівнів [4].

Суть його в багаторазовому використанні одних і тих же моделей однієї страти з поступовим доповненням вхідних даних виходами з попередніх рівнів.

На основі зазначених вище методів було сформовано інформаційну технологію багаторівневої обробки інформації при управлінні мобільним роботом [5].

Результати застосування даної інформаційної технології, для представленої на рис. 2 карти глибини, зображено на рис. 4.



Рис. 4. Результати моделювання з визначення оцінки напрямку руху

На ньому, для порівняння, наведено результати моделювання з отримання оцінки 25-ти фрагментів даної карти глибини з використанням інформаційної технології багаторівневої обробки інформації та звичайної багаторівневої обробки даних.

Результати дозволяють стверджувати про підвищення якості результатів моделювання на 10-15% та про доцільність застосування запропонованої інформаційної технології.

Література

1. Немченко В.В. Багаторівневі системи прийняття рішення в робототехніці / В.В. Немченко // «Обробка сигналів і негаусівських процесів»: науково-практична конференція: тези доп. – Ч.: ЧДТУ, 2011. – С. 211-212.
2. Немченко В. В. Роль багаторівневих систем перетворення інформації в процесі прийняття рішення мобільним роботом / В. В. Немченко // Актуальні задачі фінансового, психологічного, правового, топогеодезичного, радіотехнічного та лінгвістичного забезпечення підрозділів і частин Збройних Сил України: наук.–практ. конф., 28 квітня 2011р.: тези допов. – Київ.: ВІКНУ, 2011. – С. 141.
3. Bradski G. Learning OpenCV / G. Bradski, A. Kaehler. – O'Reilly Media, 2008. – 580р.
4. Голуб С.В., Немченко В.В., Нечипоренко В.Ю. Формування дублюючих рівнів в ієрархічних структурах автоматизованих систем багаторівневого перетворення інформації // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2011. – №9. – С. 294 – 297.
5. Голуб С. В. Забезпечення якості процесу моделювання при управлінні мобільним роботом / С. В. Голуб, В. В. Немченко // Математичне та імітаційне моделювання систем: VII міжнарод. наук.-практ. конф., 24-27 червня 2013р.: тези допов. – Київ., 2013. – С. 218 – 221.

УДК 519.237.8

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ КІЛЬКОСТІ КЛАСТЕРІВ

С.М. Лапач

НТУУ «Київський політехнічний інститут», Україна

Проблема. Відсутність показника якості розбиття на кластери, який дозволив би визначити оптимальну (істинну) кількість кластерів при розбитті.

Стан питання. В кластерному аналізі для оцінки якості розбиття найбільш часто використовується показник Q [1, 4, 6]. Це показник внутрігрупового розсіювання, який розраховується за формулою

$Q = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} d^2(X_j, \bar{X}_i)$. Для випадку нечіткої кластеризації ця формула

приймає вигляд $Q = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} \mu_{ij} d^2(X_j, \bar{X}_i)$. В ній залежність елементів

вибірки до певного класу описується матрицею $\mu_{ij} \in [0,1], i = \overline{1, M}; j = \overline{1, k}$.

Рядок i містить степінь належності об'єкту i до кластеру j . При цьому

$\sum_{j=1}^k \mu_{ij} = 1; 0 < \sum_{i=1}^M \mu_{ij} < M$. Як найкраще розбиття рекомендується таке,

яке мінімізує вказаний показник. На жаль, вказаний показник монотонно зменшується при збільшенні числа кластерів і дорівнює нулю (мінімум), коли кількість кластерів дорівнює кількості об'єктів. Тобто в використанні мінімуму цього показника для вибору оптимальної кількості кластерів немає практичного сенсу.

Мета. Розробити методику, яка дозволить визначати оптимальну кількість кластерів.

Результати досліджень. Визначення оптимальної кількості кластерів має важливе значення для побудови регресійних моделей у випадку неоднорідності факторного простору [3]. Без правильного розв'язання цієї задачі побудова адекватних регресійних моделей в даному випадку неможлива.

Будемо вважати, що існує ідеальне розбиття, яке відповідає фактичній кількості кластерів. Тоді, незважаючи на монотонність зменшення показника Q , швидкість зміни його значення на різних етапах буде різною. Спочатку зменшення його відбувається за рахунок того, що об'єкти, які штучно об'єднані в один великий кластер, розкидаються по кількох різних. При цьому до моменту наближення до «істинної» кількості кластерів внутрігрупове розсіяння зменшується дуже швидко з кожним кроком. Потім, коли кожен «істинний» кластер розбивається на кілька штучних, швидкість зміни показника різко зменшується. Звичайно, на характер цієї залежності буде впливати то, наскільки чітко розділяються кластери. Чим більш чітке розділення, тим більш явно буде відбуватись зміна швидкості.

Оскільки ми не можемо шукати мінімум, то пропонується знайти точку, в якій відбувається різка зміна швидкості зменшення показника за допомогою сплайн-регресії [2]. Залежність описується двома відрізками. Точка перелому вибирається така, яка забезпечує мінімум залишкової дисперсії. Відповідно координати точки перелому і будуть відповідати «істинній» кількості кластерів. Розглянемо застосування пропонованого підходу на тестовому прикладі. Приклад створений таким чином, щоб наочно показати, як відбувається визначення кількості кластерів.

В цій штучній задачі «істинна» кількість кластерів – 4. Якщо виконати розрахунки методом k середніх для різної кількості кластерів (від 2 до 8), то залежність внутрішньо групового розсіяння від кількості кластерів буде мати вигляд представлений на рис.1. Як ми бачимо, характер зміни повністю відповідає висунутим припущенням. Указаний фрагмент даних досить добре описується експонентою.

Чітко видно, що ніякого мінімуму при чотирьох кластерах не існує, але зате є різке зменшення крутизни спаду.

Якщо цю залежність намагатись описати ломаною, то найкращий варіант буде з точкою перелому при значенні незалежної змінної 4. В табл.1 приведені характеристики регресійної моделі, яка забезпечує мінімум залишкової дисперсії. Модель розрахована за спеціальною програмою [2]. Графік моделі представлено на рис.1.

Таблиця 1. Регресійна сплайн-модель і її статистичні характеристики

Множинний коефіцієнт кореляції, R	0,983207				
Частка розсіювання, пояснювана моделлю, R ²	0,966696				
Розрахункове F-відношення для R	58,05198				
Критичне значення для FR	6,944272	V1=	2	V2=	4
Залишкова дисперсія	827,3025				
Число обумовленості	389,5287				
		Точки перелому			
Номер	1				
Координата	4				
	Коефіцієнти регресії				
Ім'я	Значення				
	0	668,8234			
	1	-158,933			
	2	157,3249			

Таким чином, ми переходимо від задачі пошуку неіснуючого в рамках поставленої задачі мінімуму функції Q, до мінімізації залишкової регресії сплайн-моделі (сформованої двома відрізками), яка описує залежність Q від кількості кластерів. Ця залежність має мінімум при кількості кластерів, яке відповідає найкращому розбиттю.

Звичайно, при великій розмірності простору і потенційно великій кількості можливих варіантів розбиття на кластери недоцільний або й неможливий їх повний перебір для побудови залежності Q. В цьому випадку послідовність визначення може мати наступний вигляд (скорочено):

1. Побудова дендриту, який охоплює всі об'єкти вибірки.
2. Визначення набору критичних відстаней, наприклад, задаючи перелік значень k (0, 1, 2 ...) в формулі $d_{кр} = d_{сер} + k \sigma_d$ [5].
3. Формування кластерів відповідно до критичних відстаней.
4. Розрахунок Q для отриманих варіантів розбиття на кластери.
5. Побудова сплайн-регресію для опису залежності Q від кількості кластерів і визначити оптимальну кількість кластерів.
6. Визначити критичну відстань, яка відповідає оптимальній кількості кластерів.
7. Сформувані кластери відповідно критичній відстані.
8. Перерахувати Q і порівняти з теоретично оптимальним. В разі невідповідності – перейти в п.6 для корегування критичної відстані.

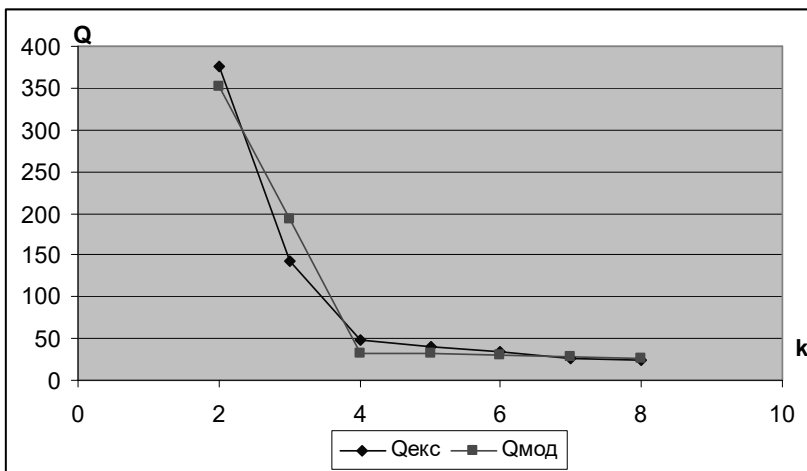


Рис.1. Фактична залежність Q від кількості кластерів і її опис сплайн-регресією

Висновки і рекомендації. Рекомендований в літературі показник якості розбиття Q (внутрішньогрупове розсіяння) непридатний для визначення найкращої кількості кластерів шляхом його мінімізації, оскільки він монотонно зменшується до нуля зі збільшенні кількості кластерів до числа об'єктів. В роботі пропонується знаходження цієї оптимальної кількості через опис залежності Q від числа кластерів сплайн-регресією і вибір точки перелому її як «істинної» кількості кластерів. Визначення оптимального розбиття має важливе значення при побудові регресійних моделей для неоднорідного (розривного) факторного простору.

Література

1. Енюков И.С. Методы, алгоритмы, программы многомерного статистического анализа: Пакет ППСА. –М.: Финансы и статистика, 1986. – 232с.
2. Кузьмін В.М., Лапач С.М. Використання полігональної регресії в економічних дослідженнях // Економіка і управління –2004, –№3. –С. 79–84
3. С.Н. Лапач, С.Г. Радченко Основные проблемы построения регрессионных моделей Математичні машини і системи, 2012, № 4, С. 125–133.
4. Мандель И.Д. Кластерный анализ. –М.: Финансы и статистика. 1988.–176с.
5. Плюта В. Сравнительный многомерный анализ в эконометрическом моделировании / Пер. С польск. – М.: Финансы и статистика, 1989. –175с.
6. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. –М.: Горячая линия – Телеком, 2007. –288с.

УДК 004.052:004.275

СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ЕСТЕСТВЕННО-ЯЗЫКОВЫХ ТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТОВ

В.В. Литвинов, О.П. Мойсеевко

Черниговский национальный технологический университет, Украина

Text Mining (добыча данных из электронных текстовых файлов) представляет собой множество методов обработки текста. Сегодня это междисциплинарная область, в которой используются базовые технологии Data Mining в сочетании с техниками других исследовательских областей, таких как поиск информации – Information Retrieval (IR), извлечение информации – Information Extraction (IE), математическая лингвистика, классификация (classification), кластеризация (clustering), создание онтологий (ontology engineering).

Несмотря на то, что в каждой из этих областей решаются свои специфические прикладные задачи, часто бывает достаточно сложно провести границу между Text Mining и другой областью исследований, т.к. все они имеют дело с текстами и, следовательно, имеют общие проблемы и подходы к их решению.

В связи с резким увеличением использования электронных документов тематический анализ, разбор и классификация текстовой информации становится все более востребованным. К настоящему времени существует большое количество систем, использующих технологии Text Mining: поисковые системы сети Internet, Intelligent Miner for Text, Oracle Text, Text Miner (SAS), Statistica и др.

После тестирования некоторых из этих систем, были выявлены наиболее подходящие методы решения задач классификации, механизмы которых, в частности алгоритм опорных векторов [5], были задействованы в разработанной системе обработки разноязычных текстовых документов. Основной упор в разработке, был направлен на реализацию классификации и тематической кластеризации электронных документов, содержащих включения на других естественных языках и обработку больших смешанных коллекций текстовых данных.

Оценка качества работы классификатора разработанной системы проводилась на систематизированных коллекциях документов (data set), Reuters-21578 [6] и «Новостная коллекция 2006» из материалов Российского семинара по методам информационного поиска РОМИП [7], а также на их измененных версиях, путем включения текстов на украинском языке.

В результате исследования был получен ряд статистических данных, которые требуют последующего досконального изучения для

улучшения автоматической обработки разноязычных коллекций и поднятия значений оценочных метрик на еще более высокий уровень.

Литература

1. Андреев, А.М. Лингвистический процессор для информационно-поисковой системы [Текст] / А. М. Андреев, Д. В. Березкин, А. В. Брик. - Компьютерная хроника, 2008. - с. 79-100.
2. Крулькевич М.И., Сынкova Е.М. Информационная деятельность в организациях. – Донецк: ДонНУ Украины, 2001. – 176 с.
3. Вапник В. Н. Восстановление зависимостей по эмпирическим данным. — М.: Наука, 1979. — 448 с.
4. S. Guha, N. Mishra, R. Motwani, L. O'Callaghan. Clustering data streams. // Proceedings of the Annual Symposium on Foundations of Computer Science (XI'00). IEEE – 2000. – P. 359-366.
5. Вапник В. Н., Червоненкис А. Я. Теория распознавания образов. — М.: Наука, 1974.
6. Коллекция документов Рейтерс – [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://ronaldo.cs.tcd.ie/esslli07/data/reuters21578-xml>
7. Новостная коллекция РОМИП – [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://romip.ru/ru/collections/news-collection.html>

УДК 004.94, 004.075

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИЕРАРХИЧЕСКИХ Е-СЕТЕЙ В ФОРМАТЕ PNML

А. А. Пархоменко

*Институт проблем математических машин и систем НАН Украины,
Украина*

Введение. На сегодняшний день существует множество форматов для сериализации данных. Наиболее популярными среди них являются eXtensible Markup Language (XML) и JavaScript Object Notation (JSON). Petri Net Markup Language (PNML) [1] определяет формат хранения структуры сети Петри в виде XML. PNML позволяет хранить информацию о позициях, переходах, связях между ними, а также данные о координатах каждого объекта, его цвета, подписи и т.п. при отображении сети Петри. Однако наиболее значимым преимуществом использования формата PNML является возможность автоматического построения программной модели по ее графическому представлению. PNML определяет стандартное представление лишь небольшого числа расширений сетей Петри. Однако в формате PNML предусмотрено два метода его расширения [2]: возможность создания собственных PNML-атрибутов и аннотаций (аннотации, в отличие от PNML-атрибутов, описывают элементы, которые влияют на изображение объекта – цвет, форма и т.д.). PNML-атрибуты представляются в виде XML элементов;

наследования класса ToolInfo объектной модели PNML. Данный метод применим в случае необходимости добавления новых данных для существующего типа сети Петри с целью их дальнейшего применения в определенных программах.

Предложенный в [3] формальный аппарат иерархических E-сетей (ИЕ) позволяет применить универсальный подход к построению разнородных иерархических моделей, упрощая процесс их разработки специалистами предметной области. В докладе предложено расширение области применения формата PNML для представления моделей, реализованных с помощью формального аппарата иерархических E-сетей.

Предлагаемый подход. ИЕ определены в PNML на основе XML-описаний, что позволяет автоматизировать процесс построения программных моделей федератов [4], а также задавать стандартные графические данные, определяемые стандартом, для всех объектов ИЕ. Область применения стандарта PNML для ИЕ была расширена путем добавления новых PNML-атрибутов к объектам transition и place (рис. 1) с учетом таких особенностей ИЕ как:

- наличие переходов и очередей разных типов;
- наличие вложенных агрегатов;
- возможность задания функций на каждом переходе сети;
- наличие различных входных/выходных интерфейсов;
- наличие атрибутом метки позиции.

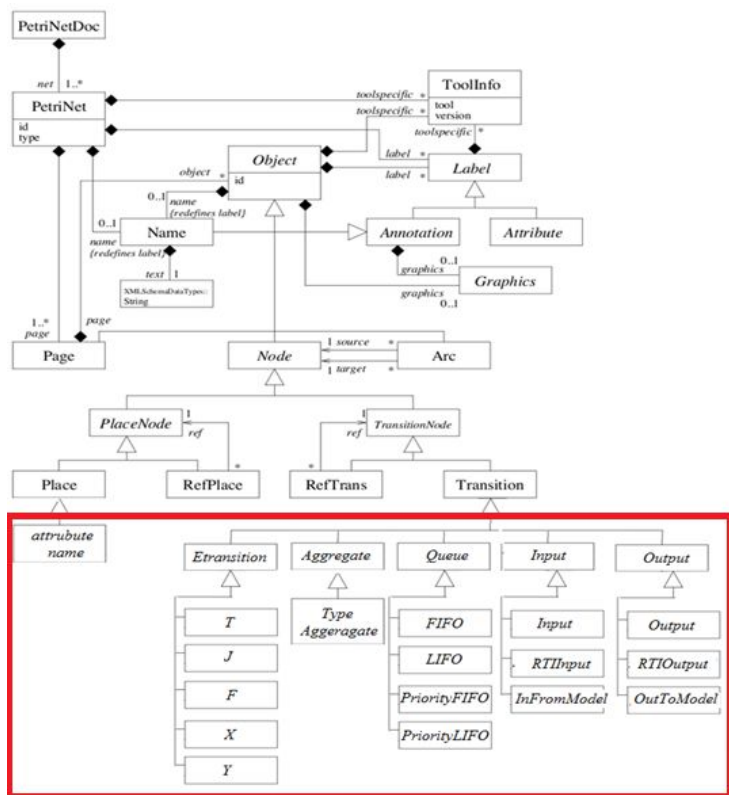


Рис. 1. Объектная модель PNML для иерархических E-сетей

В частности, объект transition был расширен добавлением атрибута definition, в который, в свою очередь, для уточнения типа объекта IE добавлены PNML-атрибуты type и subtype (табл. 1).

Таблица 1 – Объекты и подтипы иерархических E-сетей в PNML

Тип	Подтипы	Описание
Etransition	T, F, J, X, Y	Переход IE-сети
aggregate	Имена типов агрегатов (задает пользователь)	Вложенный агрегат
queue	FIFO, LIFO, PriorityFIFO, PriorityLIFO	Очередь IE-сети
input	Input, RTIInput, InFromModel	Вход агрегата и СМ
output	Output, RTIOutput, OutToModel	Выход агрегата и СМ

В качестве примера приведем определение T_x перехода IE в XML файле в расширенном формате PNML:

```
<transition id="ValidT">
  <name>
    <text>XTest</text>
```

```

        <graphics>
            <offset x="22" y="-14"/>
        </graphics>
    </name>
    <definition type="transition" subType="T">
        <delayFunction type="iel"><![CDATA[
            RETURN 123;]]>
        </delayFunction>
        <transformationFunction type="iel"><![CDATA[
            T['attr'] = 123;]]>
        </transformationFunction>
        <permittingFunction type="iel"><![CDATA[
            T['attr'] = 123;]]>
        </permittingFunction>
    </definition>
    <graphics>
        <position x="950" y="484"/>
    </graphics>
</transition>

```

Данный подход реализован в системе распределенного имитационного моделирования EMS [5].

Вывод. Предложенное определение иерархических E-сетей в виде XML-описаний на основе формата PNML позволяет автоматизировать процесс построения программных моделей федератов, а также задавать стандартные графические данные, предоставляемые стандартом, для всех объектов иерархической E-сети.

Литература

1. Сайт стандарта PNML [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pnml.org/>
2. Kindler Ekkart PNML: Concept, Status and Future Directions / Ekkart Kindler // Entwurf Komplexer Automatisierungs systeme (EKA). – 2006. – v. 9. – 35-55p.
3. Серая А.А. Информационная технология распределенного моделирования управляющих систем безопасности: дис. канд. техн. наук: 05.13.06 / А.А. Серая. – К., 2012. – 183 с. – Библиогр. : с. 151-164.
4. Серая А.А. Иерархические E-сети как единый формализм технологии распределенного имитационного моделирования High Level Architecture // Міжнар. наук. конф. «Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислюваного інтелекту ISDMCI'2013», (Євпаторія, 20–24 травня 2013. р.). – Євпаторія, 2013. – С. 286-287.
5. Казимир В.В. Розподілена система імітаційного моделювання EMS / В.В. Казимир, Г.А. Сіра, І.І. Мушкетик // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. – 2011. – № 3 (51). – С. 144-153.

ОЦІНКА ДОСТОВІРНОСТІ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ В БЕЗПРОВОДОВИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВІ ФУНКЦІЙ ПРАВДОПОДІБНОСТІ ТУРБО КОДІВ

С.В. Зайцев

Чернігівський національний технологічний університет, Україна

Узагальненою характеристикою каналу є достовірність передачі (прийому) інформації, яка оцінюється ймовірністю помилкового приймання одиничного елемента або ймовірністю приймання кодової комбінації з помилками. Оцінка невідомої ймовірності може бути отримана на основі вимірювань статистичних характеристик каналу:

первинних статистичних, які дозволяють описати процеси в каналі;
вторинних статистичних – характеристик спотворень одиничних елементів та помилок.

Способи вимірювань первинних характеристик досить повно висвітлено в роботі [1].

Організація контролю стану каналів на основі вимірювань вторинних характеристик дозволяє врахувати спільний вплив усіх обумовлюючих факторів в каналі та апаратурі передачі (прийому) інформації.

Необхідно розробляти такі методи контролю, які дозволять поєднати за часом процеси передачі корисної інформації та контролю. Для контролю по елементам можна обрати непрямі (параметричні) методи виявлення помилок, які полягають в застосуванні аналізаторів параметрів сигналів та виявленні помилок з визначеною ймовірністю на підставі непрямих даних.

Слід приймати до уваги, що в каналі може бути як розподіл помилок, так і групування помилок, що необхідно враховувати при застосуванні кодових методів виявлення помилок.

Запропоновано для оцінки достовірності переданої інформації використовувати результати декодування турбо кодів.

Декодування символів турбо коду відбувається за діаграмою відповідного рекурсивного систематичного згорткового коду. При цьому обчислюються перехідна рекурсія, пряма рекурсія, зворотна рекурсія, логарифмічне відношення функцій правдоподібності (ЛВФП) на виході декодера та параметр “зовнішньої” інформації [2].

Одиничному значенню інформаційного біта буде відповідати позитивне значення статистичної величини ЛВФП $L^i(x_i^C)$, $i \in \overline{1, D}$, $i \in \overline{1, N}$ а нульовому – негативне, де D – загальна кількість декодерів, які приймають участь в ітеративному процесі декодування, N – загальна кількість біт в блоці, x_i^C – переданий біт інформації в момент

часу t . Помилка в процесі ітеративного декодування буде, коли добуток $L^i(x_i^C)x_i^C < 0$, $i \in \overline{1, D}$, $t \in \overline{1, N}$. Це можна використати для оцінки якості декодування та отримання оцінки достовірності передачі інформації.

В роботі для оцінки достовірності передачі інформації використовується статистичний параметр невизначеності, який отримується шляхом розрахунку сумарної кількості змін знаку апіорної-апостеріорної інформації декодера турбо кода по всій прийнятій інформаційній послідовності та відображає помилковість процесу декодування.

Результати імітаційного моделювання показали, що параметр невизначеності носить статистичний характер та описується нормальний законом розподілу ймовірностей випадкових величин.

Для знаходження площі області помилок при заданому значенні відношення сигнал-шум потрібно знайти інтеграл від функції, якою описується розподіл значень параметра невизначеності та скористатися правилом трьох сігм. При цьому буде попадати 99,7% значень, тому можемо сказати, що буде розраховано 99,7% значень від площі:

$$F(x) = \int_{3\sigma - \mu}^{3\sigma + \mu} \frac{1}{\Delta\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

де Δ – діапазон розбиття осі абсцис при графічному відображенні функції розподілу на графіку.

Нехай $a = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}$, $c = \sqrt{2}\sigma$, тоді

$$F(x) = \int_{\frac{a}{\Delta}}^{\frac{3\sigma}{\Delta}} e^{-\left(\frac{x}{c}\right)^2} \quad (2)$$

Для отримання коефіцієнтів, за допомогою яких далі будемо визначати площу області помилок, проведемо регресійний аналіз. Отримано коефіцієнти у виразі (2) для різних параметрів коду та дисперсії шуму в каналі.

Коефіцієнти функцій нормального розподілу помилок отримані при наступних характеристиках: 95% довірчий інтервал, сума квадратів помилок SSE = 4.264e006, значення змішаної кореляції R-square = 0.9873, підстроєне значення змішаної кореляції Adjusted R-square = 0.9873, середньоквадратичне відхилення RMSE = 8.452e-005. За допомогою значення змішаної кореляції та підстроєного значення змішаної кореляції можна стверджувати про ефективність вибраних коефіцієнтів та достовірність обраної функції регресії.

Результати імітаційного моделювання підтвердили, що площа області помилок відповідає ймовірності бітрової помилки в каналі. Результати імітаційного моделювання отримані виходячи із достовірності $\alpha = 0,95$, $t_\alpha = 1,95$ (аргумент функції Лапласа), відносної точності $d = 0,1$.

Отримані результати можна використовувати для оцінки достовірності передачі інформації в безпроводових телекомунікаційних системах при високих рівнях шумів в каналі.

Література

1. Коричнев Л.П. Статистический контроль каналов связи / Л.П. Коричнев, В.Д. Королёв. – М.: Радио и связь, – 1989. – 240 с..
2. Woodard J. Comparative Study of Turbo Decoding Techniques: An Overview / J. Woodard, L. Hanzo // IEEE Transactions on Vehicular Technology. – 2000. – Vol. 49, N 6. – P. 2208 – 2232.

УДК 519.688

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ТЕСТУВАННЯ ПСЕВДОВИПАДКОВОЇ ДВІЙКОВОЇ ПОСЛІДОВНОСТІ

А.О. Пашко

Київський національний університет культури і мистецтв, Україна

Випадкові та псевдовипадкові послідовності і генератори таких послідовностей мають різноманітні застосування в технічних пристроях, при статистичному моделюванні, обчисленнях, реалізації алгоритмів, а також є невід'ємною складовою будь-якої системи криптографічного захисту інформації. Кожен потоковий шифр можна розглядати як генератор псевдовипадкових послідовностей, від якості якого залежить стійкість алгоритму шифрування. Оцінювання якості випадкових (псевдовипадкових) послідовностей та можливостей їх використання в різних прикладних задачах є одним із найактуальніших питань захисту інформації.

В роботі досліджується один з алгоритмів побудови двійкової послідовності на основі динамічних систем. Аналіз алгоритмів моделювання та тестування випадкових послідовностей розглянуті в роботі [1].

В якості моделі для моделювання випадкової послідовності розглядається генератор Ван-дер-Поля [2]. Для програмного моделювання використовується модель:

$$x_n = \alpha_1 x_{n-1} + \alpha_2 x_{n-2} + \alpha_3 (1 - x_{n-1}^2) (x_{n-1} - x_{n-2})$$

$$b_i = \begin{cases} 1, & x_i > 0 \\ 0, & x_i \leq 0 \end{cases}$$

Для оцінки послідовності використовувалась кореляційна функція і статистичні тести NIST.

$$R(j) = \frac{1}{N-j} \sum_{i=1}^{N-j} (b_i - \bar{b})(b_{i+j} - \bar{b}), \quad \text{де} \quad \bar{b} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N b_i.$$

Якщо початкова послідовність $\{b_i\}$ є періодичною, то кореляційна функція $R(j)$ також буде періодичною.

Параметри $\{a_1, a_2, a_3\}$ є управляючими.

Отримана послідовність пройшла тестування при $a_1 = 0.605$, $a_2 = -0.958$, $a_3 = 0.198$ при початкових умовах $x_0 = 0$ та $x_1 = 0.51$. Всі статистичні тести NIST було виконано. На рис. 1 представлена кореляційна функція вказаної послідовності.

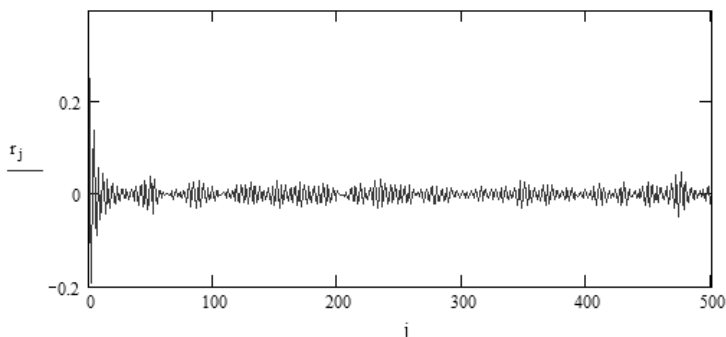


Рис. 1. Кореляційна функція послідовності $\{b_i\}$.

Розглянутий алгоритм моделювання буде псевдовипадкову послідовність, що має хороші криптографічні властивості. Важливою задачею при отриманні хорошої послідовності є вибір управляючих параметрів. На жаль, задача вибору параметрів не розв'язана, вибір здійснюється за допомогою підбору параметрів і повторного тестування отриманої послідовності.

Література

1. Войтишек А.В. Дополнительные сведения о численном моделировании случайных элементов: Учебное пособие / А.В. Войтишек. – Новосибирск. 2007. - 92 с.
2. Герасимов Л.Ю. О построении программных генераторов псевдослучайных чисел на основе динамических систем в режиме детерминированного хаоса/ Л.Ю. Герасимов // Вестник СамГУ. Естественнонаучная серия. - 2013. - № 9/2(110). – С.11-18.

МОДЕЛЮВАННЯ УЗАГАЛЬНЕНОГО ВІНЕРІВСЬКОГО ПРОЦЕСУ

А.О. Пашко

Київський національний університет культури і мистецтв, Україна

В роботі досліджуються оцінки точності і надійності моделювання узагальненого вінерівського випадкового процесу в нормі простору $L_2([0,1])$, отримані моделі використовуються в прикладних задачах. В якості моделі розглядається розклад процесу у вигляді стохастичного субгауссівського ряду.

Статистичні моделі вінерівських процесів використовуються в багатьох прикладних задачах, наприклад, при обчисленні інтегралів за вінерівськими процесами, при чисельному розв'язанні стохастичних диференціальних рівнянь, в задачах актуарної математики. В задачах статистичного моделювання для оцінювання точності моделювання, як правило, використовуються або оцінки моментів, або оцінки слабкої збіжності розподілів [1-2].

В роботах [3-4] досліджувались оцінки точності і надійності моделювання субгауссових випадкових процесів в різних функціональних просторах, що базуються на оцінках швидкості збіжності за ймовірністю. В якості моделі розглядаються спектральні зображення випадкових процесів у вигляді випадкових рядів або інтегралів..

Означення 1. Узагальненим вінерівським процесом (дробовим броунівським рухом) з індексом Хюрста $\alpha \in (0,1)$ називається гауссівський процес $W_\alpha(t), t \in [0,1]$ такий що $W_\alpha(0) = 0$, $EW_\alpha(t) = 0$ та кореляційною функцією $R_\alpha(t,s) = \frac{1}{2}(|t|^{2\alpha} + |s|^{2\alpha} - |t-s|^{2\alpha})$.

При $\alpha = \frac{1}{2}$ маємо стандартний вінерівський процес.

Означення 2. Модель $S_M(t)$ наближає процес $\xi(t)$ з заданими точністю $\delta > 0$ і надійністю $0 < \varepsilon < 1$ в нормі функціонального простору $A(T)$, якщо $P\{\|\xi(t) - S_M(t)\|_A > \delta\} \leq 1 - \varepsilon$.

При реальному моделюванні послідовності $\{X_k\}$ отримуємо, як правило, строго субгауссові випадкові величини.

Вінерівський процес з довільним індексом Хюрста можна представити у вигляді ряду [5]

$$W_\alpha(t) = \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \sin(x_k t) X_k + b_k (1 - \cos(y_k t)) Y_k), \quad (1)$$

де $\{X_k, Y_k\}$ - незалежні стандартні гауссівські випадкові величини, $\{x_k\}$ - дійсні нулі функції Бесселя $J_{-\alpha}(x)$, $\{y_k\}$ - дійсні нулі функції Бесселя $J_{1-\alpha}(x)$,

$$a_k = \frac{\pi^\alpha \sqrt{2C}}{x_k^{\alpha+1} J_{1-\alpha}(x_k)}, \quad b_k = \frac{\pi^\alpha \sqrt{2C}}{y_k^{\alpha+1} J_{-\alpha}(y_k)}, \quad C = \frac{\Gamma(2\alpha+1) \sin(\pi\alpha)}{\pi^{2\alpha+1}}.$$

В якості моделі розглядається ряд

$$S_\alpha(t, M) = \sum_{k=1}^M (a_k \sin(x_k t) X_k + b_k (1 - \cos(y_k t)) Y_k),$$

де $\{X_k, Y_k\}$ - незалежні строго субгауссові випадкові величини.

Оскільки нулі функції Бесселя точно знайти не можемо, то будемо знаходити їх з деякою точністю, це ж відноситься і до коефіцієнтів розкладу. Позначимо наближені значення a_k, b_k, x_k, y_k відповідно $\tilde{a}_k, \tilde{b}_k, \tilde{x}_k, \tilde{y}_k$.

Похибки будемо вважати відомими.

Тоді модель процесу має вигляд:

$$\tilde{S}_\alpha(t, M) = \sum_{k=1}^M (\tilde{a}_k \sin(\tilde{x}_k t) X_k + \tilde{b}_k (1 - \cos(\tilde{y}_k t)) Y_k)$$

А похибка моделювання $\Delta(t)$ буде рівною

$$\Delta(t) = W_\alpha(t) - \tilde{S}_\alpha(t, M).$$

Теорема. Модель $\tilde{S}_\alpha(t, M)$ наближає процес $W_\alpha(t)$ з точністю $\delta > 0$ та надійністю $1 - \varepsilon$, $0 < \varepsilon < 1$ в нормі простору $L_2([0, 1])$, якщо виконуються нерівності

$$\delta^2 > B_M \quad \text{та} \quad \exp\left\{\frac{1}{2}\right\} \frac{\delta}{\sqrt{B_M}} \exp\left\{-\frac{\delta^2}{2B_M}\right\} \leq \varepsilon,$$

$$\text{де} \quad B_M = \sum_{k=M+1}^{\infty} (a_k^2 + 4b_k^2) + \sum_{k=1}^M \left((a_k h_k^x + h_k^a)^2 + (b_k h_k^y + 2h_k^b)^2 \right).$$

При побудові моделей необхідно для заданих точності і надійності та точності обчислення коренів Бесселевих функцій оцінити кількість доданків в моделі.

Реалізації отримані під час моделювання вказують на те, що при $\alpha \rightarrow 0$ процес наближається до білого шуму. При наближенні α до

одиниці, значення M помітно зменшується. Теоретично, при $\alpha \rightarrow 1$ процес вироджується в пряму лінію.

Література

1. Ермаков С.М. Статистическое моделирование / С. М. Ермаков, Г. А. Михайлов. - Москва: Наука, 1982. - 296с.
2. Пригарин С.М. Методы численного моделирования случайных процессов и полей / С. М. Пригарин. - Новосибирск, 2005. - 259с.
3. Козаченко Ю.В. Точність моделювання випадкових процесів в нормах просторів Орліча. I / Ю.В. Козаченко, А.О. Пашко // Теорія ймовірностей та математична статистика. – 1998, 58. - С.75-90.
4. Козаченко Ю.В. Точність моделювання випадкових процесів в нормах просторів Орліча. II / Ю.В. Козаченко, А.О. Пашко // Теорія ймовірностей та математична статистика. – 1998, 59. - С.45-60.
5. Dzhaparidze K.O. A series expansion of fractional Brownian motion / K.O. Dzhaparidze, J.H. Zanten // CWI. Probability, Networks and Algorithms, R0216.

УДК 004.82:34

ВИБІР МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЮРИДИЧНИХ ЗНАТЬ

Н.С. Павлюченко

*Національний технічний університет України "Київський політехнічний
інститут", Україна*

Вибір моделі для представлення юридичних знань був одним із питань, розглянутих автором під час проектування інтелектуальної системи підтримки пошуку рішень (ІСППР) на основі нормативно-правових актів (НПА). Суть роботи ІСППР полягає у аналізі текстів НПА, написаних природною мовою, видобуток знань із них та подальше використання цих знань для тлумачення змісту НПА, інтелектуального пошуку правових норм та, за необхідності, виведення нових знань. Таким чином, вибір математичної моделі для представлення цих знань є безперечно важливим і в значній мірі визначає алгоритми та механізми, що в подальшому можуть застосовуватися в інформаційній системі.

В сучасній теорії штучного інтелекту можна виділити два основних підходи до представлення знань [1]:

емпіричний (евристичний) підхід – заснований на вивченні організації людської пам'яті та моделюванні механізмів розв'язання задач людиною;

теоретичний (логічний) підхід – базується на використанні строгих математичних моделей, що забезпечує можливість доведення їх вірності, але вводить додаткові обмеження представлення знань.

В рамках обох підходів було розглянуто декілька характерних моделей: продукційні, фреймові, мережеві та сімейство моделей, заснованих на численні предикатів першого порядку. Було визначено їх переваги та недоліки, та обрано найбільш адекватну модель, виходячи зі специфіки задачі.

Джерелом та вхідною формою представлення знань для ПСПР є чинне законодавство держави, яке є частково структурованим як на рівні законодавства і цілому, так і в межах окремих документів.

Найменшою змістовною одиницею юридичних знань є норма права, яка представляє загальнообов'язкове правило поведінки та має чітко виражену структуру.

Норма вбирає в себе всі основні властивості права (нормативність, формальну визначеність, стабільність, владність), а також за [2] має свої специфічні ознаки:

носить регулятивний характер;

є загальнообов'язковою;

має загальний характер, тобто відноситься до всіх суб'єктів суспільних відносин;

є формально-визначеною – закріплює права та обов'язки сторін, а також вводить юридичну відповідальність.

Норма права має чітко визначену структуру, яка включає наступні елементи за [3]:

гіпотеза – частина, що вказує на фактичні обставини, за яких використовується правило;

диспозиція – частина, що містить власне правило поведінки, яке встановлює права та обов'язки сторін;

санкція – частина, що передбачає відповідальність та міри примусу, що застосовуються у випадку порушення даного правила.

Взаємозв'язок між елементами норми можна представити у вигляді відомої логічної конструкції «Якщо – то – інакше».

На практиці в НПА зазвичай застосовуються норми у скороченій формі, які містять лише два структурних елементи: гіпотезу та диспозицію або гіпотезу та санкцію. Норми першого типу називаються регулятивними і є характерними для більшості видів законодавства. Норми другого типу називаються охоронними і містяться переважно у кримінальному кодексі та окремих спеціалізованих розділах НПА. Як правило, кожній регулятивній нормі відповідає охоронна – такі пари можуть міститися в окремих документах, але по суті являють собою дві частини однієї логічної норми зі спільною гіпотезою.

Модель представлення знань ПСПР мала бути обрана з огляду на особливості предметної області та джерела знань.

Предметною областю юриспруденції виступає людське суспільство з усією різноманітністю ролей, зв'язків та відносин. З такої точки зору

більш зручним має бути представлення знань за допомогою фреймових моделей. Але предметна область задачі є занадто складною і різномірною, що ускладнює побудову адекватної моделі.

Можливе представлення знань про предметну область у вигляді семантичної мережі, але такий підхід передбачає для повної реалізації своїх можливостей використання деякої онтології, побудова якої не може бути автоматизована і виходить за межі використання лише юридичних знань.

Крім того, спільним недоліком обох моделей є складність механізмів логічного виведення, що додатково ускладнює їх застосування.

Визначною особливістю юридичного знання є його структура: правова норма, яка є його найменшою одиницею, являє собою формалізоване правило. Отже, логічним здається використати для представлення юридичних знань продукційні або логічні моделі, для чого ми можемо зробити припущення про апіорну несуперечливість діючої системи НПА.

І, хоча продукційні правила є апіорно ближчими за структурою до правових норм, логічні моделі також можуть бути використані для вирішення аналогічних задач, але додатково володіють наступними перевагами:

є більш гнучкими;

є, на думку автора, ближчими до синтаксичної моделі ПМ-речення; мають добре розроблений математичний апарат.

Таким чином, зважаючи на майже повну відсутність розробок в галузі представлення юридичних знань, для спрощення системи найбільш зручним видається використання логічної моделі, заснованої на численні предикатів першого порядку.

Відомим недоліком логічних моделей є їх обмеженість, яка не дозволяє в повній мірі представити неформалізовані знання, але у нашому випадку юридичні норми носять достатньо формалізований характер і описують лише вибрані відносини зовнішнього світу, а отже для наших потреб можуть бути адекватно представлені логічними правилами – формулами логіки предикатів.

Так як будь-яка норма права носить загальнообов'язковий характер, кожна формула числення повинна вживатися з квантором загальності, а квантор існування не використовується для даної предметної області. При цьому, під час інтерпретації формул всі змінні ставляться у відповідність конкретним об'єктам області інтерпретації, що також не вимагає використання кванторів.

Всі поняття, що використовуються на рівні тексту норми права, можуть бути представлені за допомогою предикатів, отже для уніфікації моделі ми можемо також відмовитися від використання

функціональних символів будь-якої арності, включаючи константи. В такому випадку поняття терму зводиться до однієї змінної.

Визначимо логічну модель ІСПР через формальну теорію J , аналогічно до [4]:

$$J = \langle B_j, F_j, A_j, R_j \rangle \quad (1)$$

B_j – алфавіт теорії, який включає знаки пунктуації, логічні зв'язки, символи-змінні X_i , що ставляться у відповідність суб'єктам та об'єктам норми права, та предикатні символи з різною кількістю аргументів $P_i(\dots)$, які ставляться у відповідність характеристикам та зв'язкам між змінними.

F_j – множина допустимих формул, синтаксис якої представляється у формулі Бекуса-Наура:

$$\begin{aligned} \text{Sentence} &= (\text{Sentence} + \text{Connective} + \text{Sentence}) | \neg \text{Sentence} | \text{Predicate}(\text{Variable}) | \text{Variable} = \text{Variable} \\ \text{Connective} &= \wedge | \vee | \rightarrow | \Rightarrow \\ \text{Variable} &= X1 | X2 | \dots \\ \text{Predicate} &= P1 | P2 | \dots \end{aligned} \quad (2)$$

A_j – множина аксіом моделі, яка будується шляхом аналізу тексту НПА. За кожною нормою права будується аксіома. Змінні та предикатні символи, використані в ході побудови аксіоми, вносяться в алфавіт моделі.

R_j – правило виводу, що використовується для виявлення закономірностей та виведення нових знань. Тут може бути використане правило виводу *modus ponens* або будь-яке інше. В більшості випадків юридичні знання, необхідні для розгляду ситуації, містяться безпосередньо в законодавстві і мають бути включені в БЗ у вигляді аксіом.

Для забезпечення користувача ІСПР додатковою інформацією про юридичну ситуацію необхідно здійснити інтерпретацію змінних та, використовуючи введені аксіоми, обчислити істинність пов'язаних предикатів. В цьому механізмі логічного виведення ІСПР є більш подібним до продукційної системи, ніж до логічного виведення числення предикатів у загальноприйнятому вигляді.

Література

Портал искусственного интеллекта [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.aiportal.ru/>

Скаун, О.Ф. Теорія держави і права [Текст]: підручник / О.Ф. Скаун // Пер. з рос. — Х.: Консум, 2001. — 656 с.

Погребной, И.М. Теория права [Текст]: учебное пособие, 3-е изд. / И.М. Погребной. — Х.: Основа, 2003. — 128 с.

Попов, Э.В. Экспертные системы решения неформализованных задач в диалоге с ЭВМ [Текст] / Э.В. Попов. — М.: Наука, 1987. — 288 с.

АНАЛІЗ ДИНАМІКИ КАДРОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ВІЙСЬКОВОЇ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ

В.М. Томашевський, Д.І. Кондратюк

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут»*

Міністерство оборони України як центральний орган державної виконавчої влади повинен забезпечити реалізацію конституційних прав військовослужбовців та інших забезпечуваних контингентів на охорону здоров'я шляхом розробки програм у сфері військової охорони здоров'я, визначення єдиних науково обґрунтованих державних стандартів, критеріїв і вимог, що мають сприяти охороні здоров'я військовослужбовців, формування і розміщення державних замовлень з метою ресурсного забезпечення даної сфери, здійснення державного контролю і нагляду та іншої виконавчо-розпорядчої діяльності в зазначеній сфері. Відомо, що формування ресурсів, і, перш за все, кадрових є однією з основних функцій будь-якої системи охорони здоров'я. Особливостями підготовки медичного персоналу, особливо в системі військової охорони здоров'я (СВОЗ) є те, що підготовка одного спеціаліста є досить дорогим і тривалим процесом, який готує спеціаліста до функціонування у військових структурах.

За результатами досліджень встановлено, що для ефективного використання лікарських кадрів потрібно ввести системи прогнозування та моніторингу підготовки фахівців, реорганізувати існуючу систему розподілу кадрів з урахуванням науково обґрунтованих потреб, забезпечити підготовку необхідної кількості лікарів, визначити помірковане співвідношення кількості лікарів загальної практики – сімейної медицини (ЗП-СМ), які є «каркасом» первинної медико-санітарної допомоги (ПМСД), до лікарів інших спеціальностей. З ефективною роботою саме ПМСД, яка є першоосновою всієї системи медичної допомоги, та впровадженням ЗП-СМ світовий медичний досвід пов'язує виконання складних завдань у сфері охорони здоров'я населення.

Узагальнюючи дані світового, вітчизняного, у тому числі й відомчого, інформаційних потоків стосовно планування кадрових медичних ресурсів як однієї з технологій управління, слід зазначити, що в Збройних Силах України (ЗСУ) виникла потреба у науково-

обґрунтованому вирішенні проблем перегляду концептуальних підходів щодо управління та перспективного планування кадрових ресурсів у СВОЗ. Основним недоліком існуючої СВОЗ є некомплект лікарів, особливо лікарів ЗП-СМ, як і накопичення лікарів-спеціалістів у закладах охорони здоров'я.

Як свідчить багатовіковий досвід людства, ні одна армія світу не може вважатися боєздатною без наявності, підготовленої до дій в екстремальних ситуаціях системи медичного забезпечення. Тільки існування та ефективне функціонування такої системи дозволяє забезпечити набір на військову службу контингентів, які за станом здоров'я можуть витримувати великі фізичні та психічні навантаження, зберігати здоров'я військовослужбовців під час їх знаходження у Збройних Силах та надати потрібну медичну допомогу пораненим і хворим як в умовах мирного, так і воєнного часу.

На сьогодні СВОЗ ЗСУ не може повною мірою виконувати поставлені на неї завдання. Так, некомплект лікарів на військово-медичних посадах складає приблизно 28 %, тобто, майже третина від штатної кількості. Середній вік звільнених з лав ЗСУ лікарів по абсолютній більшості категорій не досягає 50 років, за багатьма – 40 років, а за деякими – навіть 30 років, тобто, кваліфіковані лікарі звільняються або вимушені звільнитись не досягши пенсійного віку. Особливо сильно недостача персоналу відчувається на посадах зі штатно-посадковими категоріями (ШПК) капітан та майор, що складають основу СВОЗ. Таким чином, військовослужбовці ЗСУ, перебуваючи на службі, не можуть повною мірою скористатися своїм конституційним правом на медичну допомогу.

Отже, метою дослідження є підвищення рівня якості системи військової охорони здоров'я, зокрема системи кадрового забезпечення. Для досягнення поставленої мети необхідно розробити імітаційну модель, за допомогою якої видати рекомендації що до модифікації існуючої системи кадрового забезпечення СВОЗ ЗСУ для покращення кадрової політики в сфері військової охорони здоров'я, зокрема зменшення втрат висококваліфікованих медичних кадрів, збільшення ефективності існуючих програм з покращення їхніх умов праці, зменшення витрат та оптимізувати використання коштів, а також підвищити загальний рівень здоров'я усіх категорій громадян, що обслуговуються системою. Створення імітаційної моделі функціонування системи кадрового забезпечення та її дослідження дозволить визначити шляхи реформування СВОЗ ЗСУ без суттєвих фінансових витрат.

Система кадрового забезпечення СВОЗ ЗСУ – складна а розвинена система, тому будемо розглядати тільки ту її частину, яка відповідає за

призначення персоналу на посади та державне замовлення на підготовку лікарів [1].

Усі посади поділяються на три категорії: лікарі загальної практики-сімейної медицини, лікарі – організатори, лікарі клінічних спеціальностей. Лікарі ЗП-СМ та лікарі клінічних спеціальностей випускаються з Української військово-медичної академії (УВМА), лікарі організатори поповнюються з фондів лікарів ЗП-СМ після їх перепідготовки на кафедрі перепідготовки УВМА. Лікарі клінічних спеціальностей також можуть поповнюватись за рахунок перекваліфікації лікарів ЗП-СМ.

Загальна ідея імітаційної моделі виглядає наступним чином: на початку циклу (половини року) проводимо переміщення персоналу по посадам (визначаємо вакантні місця та їх поповнення), замовляємо підготовку або перепідготовку в УВМА; в кінці циклу проводимо перерахунок статусів персоналу (строк перебування на службі, строк перебування на посаді, контракт, ...); останнім кроком є розрахунок кадрових втрат (закінчився строк контракту, вислуга років, за станом здоров'я та ін.). Таким чином формуються досить замкнені цикли, з якими простіше працювати.

При розрахунку вакантних посад і необхідного поповнення потрібно спочатку вирахувати весь персонал, який на даному кроці перейде на іншу посаду. Тому алгоритм використовує так званий «метод зворотного прогону». Він полягає в тому, що ми проводимо розрахунки з кінця, тобто спочатку обраховуються (поповнюються) посади зі ШПК «полковник ...», потім – підполковник, і так далі. Це дає змогу одразу отримати точну кількість вакантних місць без необхідності враховувати можливий перехід певної частини персоналу на вищі посади.

Для розробки моделі було обрано мову програмування Java, яка є не тільки мовою програмування, але й набором інструментів для розробки програмного забезпечення та середовищем виконання створених програм. Для спрощення створення програми було обрано інтегроване середовище розробки (IDE) Eclipse. Скомпільовану модель можна розповсюджувати у вигляді програми застосування, змінюючи необхідні параметри настроювання моделі.

Оскільки необхідні дані для моделювання носять частково конфіденційний характер і можуть дещо змінюватись залежно від року, використовувались середні дані за 2010-2012 роки. Результати моделювання показали, що система не здатна заповнити всі штатні посади, навіть у довгостроковій перспективі. Система дає можливість заповнити до 1400 вакантних місць, що складає приблизно 74 % від необхідної кількості. Такі дані узгоджуються з офіційною статистикою. Для виявлення причин такої закономірності проведено

аналіз динаміки приходу на службу та звільнення зі служби офіцерів медичної служби. Для зменшення кадрового дефіциту потрібно збільшити інтенсивність поповнення медичної служби та зменшити інтенсивність звільнень з її лав. Проте, основною проблемою сучасної системи військової охорони здоров'я є великий некомплект лікарів загальної практики – сімейної медицини.

При дослідженні можливості зменшення загальної кількості штатних посад лікарів ЗП-СМ виявилось, що це не призведе до значущих змін у роботі системи. В деяких випадках, таких як зменшення кількості посад у ШПК «Старший Лейтенант» це може призвести навіть до суттєвого погіршення стану системи. Як результат – при необхідності зменшувати кількість штатних посад ЗП-СМ зменшити потрібно кількість посад з ШПК «Капітан».

При дослідженні можливості зменшення кількості штатних посад лікарів ЗП-СМ і лікарів-організаторів на 5 % виявилось, що приріст показників також є незначним (3-4 %). Аргументи щодо зменшення кількості лікарів ЗП-СМ залишились тими ж, а при скороченні посад лікарів-організаторів найбільш ефективним буде скорочення ШПК «Підполковник». Загалом, дані дії також не призводять до суттєвого поліпшення стану системи.

Дослідження зміни порядку призначення на посади та зміни формування державного замовлення виявилось самим перспективним. Результатом формування державного замовлення тільки на підготовку лікарів ЗП-СМ дозволило заповнити дану категорію майже на 100 %. Лікарі-організатори також підвищили рівень до 68 %. Недоліком даного дослідження стало падіння кількості лікарів клінічного профілю, що є наслідком збільшення кількості лікарів в категоріях ЗП-СМ і лікарів-організаторів. Проте дане дослідження показало найкращі результати.

Результати досліджень показали, що покращити рівень забезпеченості СВОЗ ЗСУ медичними кадрами можна, змінивши пріоритет при формуванні державного замовлення на користь лікарів ЗП-СМ і збільшенні даного замовлення на 10-15 %. Це дозволить значно покращити забезпечення категорії лікарів ЗП-СМ персоналом без суттєвого зниження в інших категоріях.

Література

1. Мельник Ю. В. Кадровий потенціал галузі та шляхи підвищення ефективності його використання // Охорона здоров'я України. – 2001. – № 1 – С. 47-48.

УДК 004.9

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА СОЦІОГІГІЄНИЧНОГО МОНІТОРИНГУ

С.В. Голуб*, В.Ю. Немченко**

**Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького, Україна*

***Черкаський державний технологічний університет, Україна*

Системи соціогігієнічного моніторингу мають забезпечити процес прийняття рішень в організації навчального процесу на основі інформації про умови навчання, фізичний та психологічний стан учнів. Системи моніторингу будуються як багаторівневі системи перетворення інформації.

В ієрархічній системі багаторівневого перетворення моніторингової інформації (ІСБПМІ) глобальна задача системи декомпозується на простіші завдання шляхом ієрархічного поєднання моделей досліджуваних об'єктів.

Глобальна функція перетворення інформації в системі соціогігієнічного моніторингу:

$$Z = f(X, Y(X)), \quad (1)$$

де $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ вектор характеристик умов навчання, $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ – вектор показників інтелектуального стану учня.

Система соціогігієнічного моніторингу стратифікується у відповідності до своїх особливостей. Перша страта перетворення інформації складаються з моделей, які відображають залежності фізичного стану від умов навчання. Друга страта – з моделей, які відображають характеристики інтелектуальних досягнень від фізичного стану та умов навчання.

З метою підвищення кількості інформації, що відображена в моделях та міститься в масивах вхідних даних, оптимізується кількість локальних задач перетворення інформації, які розв'язуються в процесі дублювання рівнів[1].

Через недостатню інформативність масивів вхідних даних та складність завдань перетворення інформації процес формування структури страти використовує адаптивний метод формування дублюючих рівнів (ДР) [2]. ІСБПМІ використовує метод висхідного синтезу моделей окремих елементів.

В процесі проведення модельного експерименту використовувався багаторядний алгоритм МГУА [3]. Якість моделей при побудові визначається за допомогою критерію регулярності. На рис. 1 подані результати побудови моделей багаторівневих ієрархічних систем без застосування дублювання рівнів, з дублюванням рівнів та з адаптивним дублюванням рівнів.

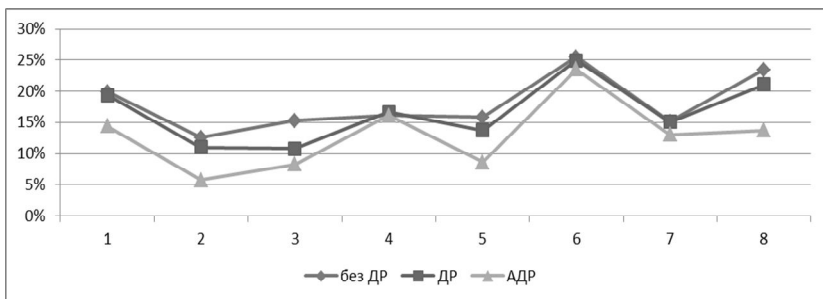


Рис.1 Результати моделювання об'єктів моніторингу

Застосування багаторівневого перетворення інформації в соціогігієнічному моніторингу з використанням адаптивних дублюючих рівнів підтверджено експериментально. У порівнянні з існуючим методом дублювання рівнів значення критерію регулярності отриманих результатів зменшується в середньому на 6%.

Результати досліджень дозволяють розв'язати задачу параметричної оптимізації процесу навчання учнів, з метою забезпечення максимальних їх інтелектуальних здобутків та інших результатів навчання за умови збереження фізичного та психологічного здоров'я.

Література

1. Голуб С.В. Адаптивне формування дублюючих рівнів в інформаційній технології соціогігієнічного моніторингу / Голуб С.В., Немченко В.Ю. // Обчислювальний інтелект (результати, проблеми, перспективи): Матеріали 2-ї Міжнародної науково-технічної конференції. – Черкаси: Маклаут, 2013. – С. 170.
2. Голуб С.В. Адаптивне формування дублюючих рівнів в структурі ієрархічних систем багаторівневого соціогігієнічного моніторингу / Голуб С.В., Немченко В.Ю. // Індуктивне моделювання складних систем. – 2011. – Вип. 1. – С. 41-48.
3. Ивахненко А.Г., Степашко В.С. Помехоустойчивость моделирования. – К.: Наук. думка, 1985. – 216 с.

УДК 004.9:371.3

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧІННЯ

О.Л. Ляхов, Т.А. Дмитренко, Т.М. Деркач, М.І. Демиденко, А.О. Дмитренко
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

Система дистанційного навчання є інформаційною системою, яка надає засоби для управління і надання учбового контенту студентам. Система дистанційного навчання визначає, що надати слухачу, і коли, відстежує процес роботи слухача з учбовим контентом.

Запропонована система дистанційного навчання розроблялася у відповідності з набором технічних стандартів для програмних продуктів електронного навчання SCORM, який є галузевим стандартом для взаємодії у середовищі навчання [1].

Головною відмінністю запропонованої системи дистанційного навчання є впровадження її в основну форму навчання в країні. Тобто використання її для інтегрування її в систему освіти як допоміжний елемент стандартної системи навчання [2].

Для впровадження в навчальному закладі дистанційної форми навчання було запропоновано створення пакету модульного програмного забезпечення [3].

Для реалізації поставленого завдання розроблено план роботи (рис. 1).



Рис. 1. Планування реалізації задачі розробки програмного забезпечення

Специфікація вимог програмного забезпечення (англ. SoftwareRequirementsSpecification, SRS), є закінчений опис поведінки системи дистанційного навчання, яку потрібно розробити.

Склад специфікації:

- мета створення;
- характеристики користувачів;
- функції продукту;
- припущення й залежності;
- загальні обмеження;
- операції;
- вимоги до інтерфейсу;
- технологічні засоби;
- обмеження пам'яті;
- супроводжуваність;
- вимоги бази даних;
- архітектура системи.

Технологічні засоби:

- технології інтернет/інтранет;
- worldWideWeb ("всесвітня павутина") - система організації інформації в інтернет, заснована на гіпертексті;
- FTP (filetransferprotocol) - протокол передачі файлів;
- e-mail – електронна пошта;
- синхронні за часом, он-лайніві теле конференції;
- особливе місце займають відеоконференції в комп'ютерних мережах;

виходячи з потреб використання для потреб комунікації каналів глобальних мереж та враховуючи сучасні тенденції узгодження методів використання каналів, слід орієнтуватись на стек протоколів TCP/IP. Відповідно є дві основні можливості реалізації транспортного сервісу – потоковий режим, який забезпечує протокол TCP, та дейтаграмний на основі використання протоколу UDP [4].

Визначення основних модулів системи:

модуль адміністрування включає розподіл ролей, визначення обмежень, загальні налаштування системи;

модуль організації та підтримки навчального процесу дає можливість ввести в систему матеріал для теоретичної та практичної підготовки у будь-якому форматі;

модуль розроблення та підтримки тестів. Для технічних ВНЗ виникає необхідність впровадження тестових завдань як закритого так і відкритого типу. Тому при розробці модуля тестування постала задача оцінювання виконання завдання;

модуль розроблення та представлення всіх видів навчальних матеріалів у системі, який повинен забезпечити внесення в курс теоретичного матеріалу та методичних рекомендацій для виконання практичної частини. В сучасних викладання змінюється варіанти подання інформації тому необхідно забезпечити слухачів і відео-, мультимедійними матеріалами. Це означає необхідність передбачення внесення різнопланових форматів та їх сумісність з системою;

модуль інтерактивної взаємодії користувачів курсів: лектор–студенти, студенти–студенти, студенти–лектор. Найбільш використанні інструменти це форуми та чати;

модуль реєстру активності користувачів, повинен надати повну інформацію про роботу слухачів в системі та надати можливість виведення звітної інформації.

В процесі попереднього аналізу поставленої задачі було проведено графічне моделювання інформаційної системи за допомогою діаграми потоків даних DFD (рис. 2).

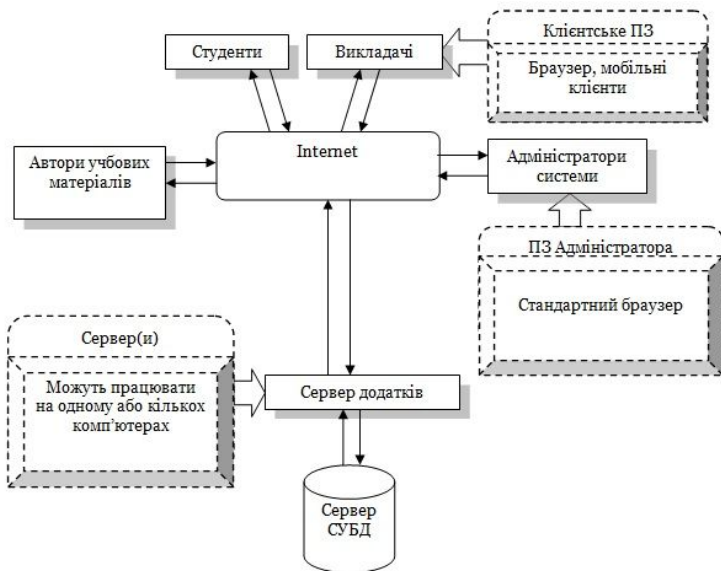


Рис. 2. Діаграма потоків даних DFD

Література

1. Величко В.Ю., Камишин В.В., Стрижак О.Є. Інформаційні технології формування сучасних систем знань як основа інноваційного розвитку освіти // Матеріали міждисциплінарної науково-практичної конференції «Інноваційні технології навчання обдарованої молоді» 08–09 грудня 2010 року в м. Київ. – ЮД. – 2010. – 168 с.
2. Кухаренко В.М., Рибалко О.В., Сиротенко Н.Г. Дистанційне навчання. Умовизастосування. Дистанційний курс. За ред. Кухаренко В.М. – Харів: Торсінг, 2001. – 320 с.
3. Г.Н. Калянов Консалтинг при автоматизації підприємств: підходи, методи, средства http://www.business-process.ru/designing/methodology/dfd/dfd_theory_dfd.html.
4. Олифер В.Н., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – СПб.: Питер, 2000. — 672 с.

УДК 681.3

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ КОНТРОЛИРУЮЩИХ СВОЙСТВ БАЗОВОГО СЛОВАРЯ ДОПУСТИМЫХ СЛОВ

В.А.Литвинов, С.Я.Майстренко, К.В. Хурцилава

Институт проблем математических машин и систем, Украина

Основой систем автоматического обнаружения ошибок человека в естественно-языковых словах (в общем случае – в нерегулярных

алфавитно-цифровых кодах) является базовый словарь БС допустимых (разрешенных) слов. Контролирующие свойства БС определяются относительным количеством ρ необнаруживаемых ошибок, - т.е. тех искаженных ошибок слов, которые случайно совпадают с каким-либо разрешенным словом. Словарь естественно-языковых слов и специфические ошибки пользователя имеют нерегулярную структуру, поэтому здесь упрощенные оценки, основанные на соотношениях мощностей множеств разрешенных (N) и всевозможных (q^n) комбинаций n символов в алфавите q практически неприемлемы [1 – 1А]. Разработанная имитационная модель (ИМ) предназначена для обработки конкретного БС и определения значения ρ для заданных видов ошибок с учетом вероятностей их появления.

Структура ИМ приведена на рис. 1.

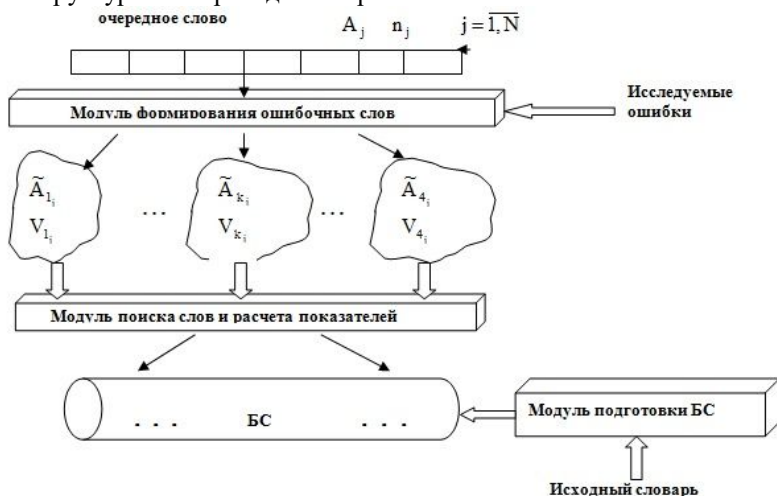


Рис.1. Структура имитационной модели

Модуль формирования ошибочных слов генерирует разрешенные слова, искаженные ошибками заданных классов (вариаций). Данная версия ИМ ориентирована на основные типовые ошибки пользователя в процессе тайпинга (1 – однократные транскрипции; 2 – добавление символа; 3 – выпадение символа; 4 – транспозиция соседних символов).

В основе модуля лежит процедура $P(i, k, s(i, k))$, схематически изображенная на рис. 2.

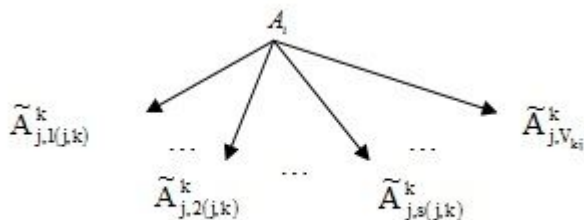


Рис. 2. Схема процедуры $P(i,k,s(i,k))$

Приняты следующие обозначения: A_j - слово БС ($j=1,\dots,N$); k - класс исследуемых ошибок ($k=1\div 4$); $s(j,k)$ - конкретное искажение слова j в классе k $s(j,k)=1..V_{kj}$; $\tilde{A}_{j,s(j,k)}^k$ - вариация слова i , созданная искажением $s(k)$.

Для сформированных V_{kj} вариаций модуль поиска определяет количество v_{kj} случайных совпадений слов, искаженных ошибками класса k , с «правильными» словами. Для ускорения процесса поиска исследуемый словарь организован, как файл с hash – структурой (HS-файл). Функция хеширования построена с учетом того, что: 1) длины искомым слов меняются в широких пределах (3-12 символов и более); 2) время хеширования входит в общее время поиска. Основной функцией модуля подготовки БС как раз и является формирование HS-файла из исходного последовательного текстового файла словаря.

Общий алгоритм работы имитационной модели включает следующие этапы:

1. $k := 1$;
2. Для $j=1..N$, $s(j,k)=1..V_{kj}$ выполнить $P(j,k,s(j,k))$;

3. Вычислить $\rho_{kj} = \frac{v_{kj}}{V_{kj}}$, $\rho_k = \frac{\sum \rho_{kj}}{N}$.

В качестве примера приложения ИМ в таблице приведены значения $\rho_k 10^2$ для некоторых словарей русского, украинского и английского языков.

Таблица 1

к	Словари							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.39	0.41	1.2	0.28	0.28	1.0	0.996	1.01
2	0.06	0.07	0.27	0.04	0.04	0.15	0.18	0.24
3	2.14	2.16	8.8	1.39	1.40	5.2	4.64	6.24
4	0.95	1.55	1.2	0.91	1.22	1.1	3.58	3.75

1 – «Словарь Зализняка» [2], $N = 92555$, $\bar{n} = 9.61$.

2 – «Словарь Лопатина» [3], $N = 150213$, $\bar{n} = 10.06$.

3 – «Словарь русской литературы», [2], $N = 161730$, $\bar{n} = 8.44$.

4 – Украиноязычная версия «Словаря Зализняка», $N = 84575$,
 $\bar{n} = 9.49$.

5 – Украиноязычная версия «Словаря Лопатина», $N = 135401$,
 $\bar{n} = 9.93$.

6 – Украиноязычная версия «Словаря русской литературы»,
 $N = 1292440$, $\bar{n} = 8.31$.

7 – Английский словарь wordlist.txt [4], $N = 67295$, $\bar{n} = 8.46$

8 – Английский словарь brit-a-z.txt [5], $N = 74948$, $\bar{n} = 8.67$

В целом, ИМ позволяет получить точные оценки значений ρ_k для конкретного словаря, а также сопоставить их с результатами возможных попыток улучшения качества БС за счет исключения некоторых слов с определенными свойствами, например, слов с малой востребованностью [6].

Более точную информацию для решения упомянутой задачи оптимизации БС могли бы дать «точечные» оценки конкретного вклада потенциально исключаемых слов с учетом не только их востребованности, но и взаимосвязей с «близкими» словами. Описанная ИМ может служить инструментальной основой для такого точечного исследования.

Литература

1. Литвинов В.А., Майстренко С. Я., Юденко О.П. Экспериментальная оценка эффективности автоматического обнаружения типовых ошибок пользователя по словарям русского и украинского языков // System Analysis and Information Technologies SAIT 2012, April 24, 2012 Kyiv, Ukraine. - P. 374.
2. Словари русского языка, <http://speakrus.ru/dict/>.
3. Словарь Лопатина,
http://royallib.ru/book/lopatin_vladimir/russkiy_orfograficheskiy_slovar.html.
4. Словарь английского языка wordlist.txt, www-personal.umich.edu/~jlawler/wordlist.
5. Словарь английского языка brit-a-z.txt,
<http://www.curlewcommunications.co.uk/resource/british.zip>.
6. Litvinov V.A, Maistrenko S.Y. About formation of the basic vocabulary in the system of automatic detection of user errors // System Analysis and Information Technologies SAIT 2014, May 26-30, 2014 Kyiv, Ukraine. - P. 322.

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ ВІДНОВЛЕННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ ЗАСОБАМИ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Ю.О. Олійник, Р.А. Шигида

*Національний технічний університет України «КПІ», кафедра
автоматизованих систем обробки інформації та управління, Україна*

Постановка проблеми

У базовому варіанті робота генетичних алгоритмів (ГА) налічує такі операції:

1. Створення початкової популяції.
2. Репродукція особин за допомогою операцій схрещування та мутацій.
3. Проводиться оцінювання та селекція особин популяції.
4. Формування оновленої популяції шляхом заміни особин популяції.

Цикл 2-4 повторюється доки не буде досягнуто умову закінчення генетичного пошуку.

В роботі [1] досліджено застосування імітаційного моделювання для оптимальної конфігурації обчислювального програмно-апаратного комплексу прогнозування за методом адаптивного МГУА. Але не досліджено структуру обчислювальних процесів виконання ГА.

Цілі дослідження

В даній роботі необхідно засобами імітаційного моделювання дослідити вплив параметрів ГА на оптимізацію обчислювальних процесів прогнозування часових рядів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

У роботі [2] пропонується ГА, що здатний до самонавчання, та аналізується задача виявлення закономірностей з часових рядів, після чого отримані знання використовуються для прогнозування. У реалізованому алгоритмі виконується одноточкове схрещування шаблонів. Після етапу рекомбінації отримані шаблони перевіряються на наявність надлишкових тверджень за принципом пошуку схожих компонентів при нішуванні. Подібні компоненти вилучаються з шаблону. У роботі [3] запропонована реалізація ГА, що визначає оптимальні параметри моделі часового ряду на основі нечітких множин: кількість біт, та два дійсні числа для корегування юніверсумів. Такий алгоритм підходить для короткострокового прогнозування стаціонарних та нестаціонарних рядів. У роботі [3] представлено дослідження розміщення завдань на обчислювальних ресурсах для виконання ГА. Задача зводиться до вибору таких

параметрів запуску, що цільова функція оцінки ефективності плану стає мінімальна. В експеримент проводився з залученням обчислювального кластера та з урахуванням топології та властивостей обчислювальної мережі. В результаті було дослідження було доведено ефективність роботи алгоритму планування при високій конкуренції за ресурси обчислювальної мережі. В то же час в дослідженнях не розглянуто використання імітаційного моделювання для дослідження роботи генетичних алгоритмів.

Виклад основного матеріалу

Основною задачею ГА є знаходження максимуму функції пристосованості. Ціллю імітаційного моделювання є мінімізація T_{TOTAL} (часу завершення розрахунків). Основними обчислювальними процесами моделі є: оцінювання та селекція; репродукція; заміна поточної популяції.

Параметрами ГА є: величина хромосоми L ; кількість ітерацій.

У якості досліджуваного ГА, взято алгоритм відновлення часових рядів. На вхід алгоритму надходить часовий ряд фіксованої довжини. Алгоритмом генеруються набір хромосом, довжина яких відповідають довжині вхідного ряду. Якість набору визначається схожістю сгенерованого ряду до вихідного, чим вища оцінка тим краща пристосованість. На кожні ітерації покращуючи якість набору. На кінцевому етапі отримуємо відновлений ряд. Для збору статистики було зроблено не менше ніж 3 прогони для довжини хромосоми від 4 до 15.

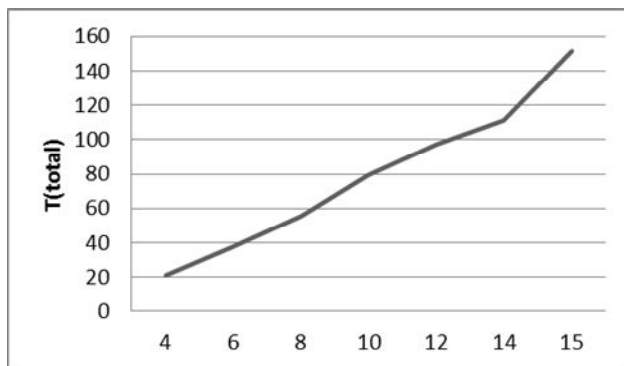


Рис. 1. Залежність T_{TOTAL} від довжини L .

Для моделювання вищенаведеного процесу створимо модель системи масового обслуговування (СМО). Параметри моделі отримуюмо за допомогою тестових випробувань реалізації ГА: статистичну інформацію по обчислювальних процесах. Структура моделі наведена на рис.2.

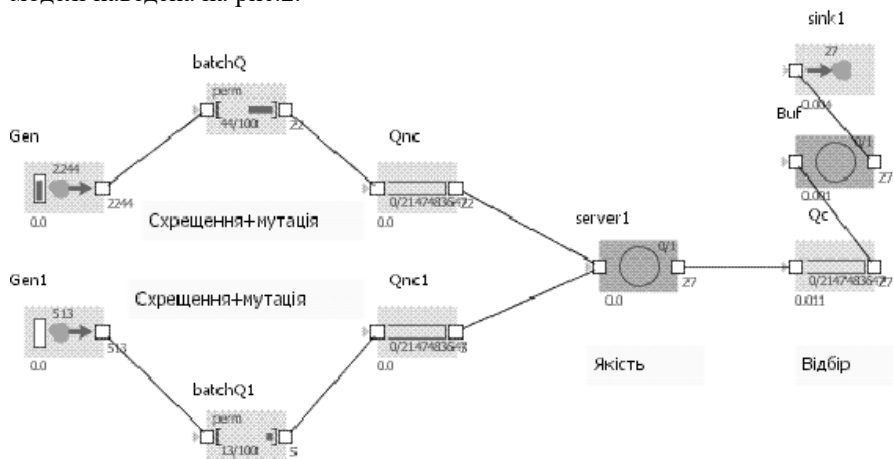


Рис.2. Структура моделі

Отримано наступні результати моделювання:

1. З рис.1 видно, що час розрахунку лінійно залежить від довжини хромосоми N .
2. Найбільш завантажений процес – схрещення та мутація. Даний процес може виконуватись паралельно на обчислювальних вузлах, за рахунок поділу множин хромосом.
3. Для зменшення втрат часу передачі даних від обчислювального вузла до іншого застосовано елемент Batch для групування особин перед оцінкою якості та селекцією.
4. Кількість ітерації практично не впливає на поведінку моделі.
5. Для мінімізації T_{TOTAL} необхідно використовувати десятки обчислювальних процесів схрещення та мутації.

Література

1. Олійник Ю.О., Виноградов О.М., Красовський К.М., Система розподілених обчислень прогнозних показників за методом адаптивного МГУА // Наукові вісті НТУУ “КПІ”. – 2007. – № 5.
2. Гуляницький Л.Ф., Павленко А.І. Розробка і дослідження еволюційних методів прогнозування. [Електронний ресурс] / Гуляницький Л.Ф., Павленко А.І. // System Analysis and Information Technologic. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: <http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf>.

3. А.Б. Новиков. Генетический алгоритм планирования конкурирующих за канал передачи данных пластичных заданий [Электронный ресурс] / А.Б. Новиков // Вычислительные методы и программирование. – 2012. – Режим доступа до ресурсу: <http://agora.guru.ru/abrau2012/pdf/652.pdf>.

УДК 004.415.2.043

МОДЕЛЮВАННЯ, ВЕРИФІКАЦІЯ ТА СТВОРЕННЯ ПРОГРАМ

В.І. Салапатов

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, Україна

Технологія створення програм MODEL CHECKING широко застосовується останнім часом при розробці програм, що дозволяє виявляти на ранніх етапах приховані можливі помилки. В якості моделі системи для верифікації використовується структура Крипке, а формальна специфікація вимог задається формулами темпоральної логіки. Опис структури Крипке дозволяє побудувати автоматну модель майбутньої програми, а темпоральна логіка забезпечує виконання певних дій, а також розгалуження в разі переходу автоматної моделі за певних умов з одного стану в інший. Побудова моделі за формальним описом моделлю Крипке є важливим етапом розробки. На даний час існує низка програмних інструментів верифікації, які вільно розповсюджуються [1-4]. Для спрощення процесу моделювання та верифікації програм пропонується використання розширених недермінованих кінцевих автоматів [5, 6]. Важливим моментом в цьому процесі є визначення на рівні технічного завдання основних станів автоматної моделі. Подальша деталізація станів автоматної моделі значно спрощує умови предикатів в термінах темпоральної логіки, зокрема модальності. Деталізація вершин являє собою декомпозицію виду $D_j = \bigcup_1^k D_{ji}$, де D_j вказує на j -у вершину або стан

графу, а k - кількість станів деталізації вершини D_j з множини D_{ji} . Тоді логіка роботи програми буде являти собою автоматну модель у вигляді графу. В разі коректної побудови графу верифікація буде зводиться до перевірки коректності зв'язків між станами автоматної моделі. При такому спадному проектуванні значно спрощуються формули темпоральної логіки щодо модифікаторів і нагадують проектування згори донизу. Таким чином, процес верифікації значно спрощується і може звестися до перевірки коректності умов переходу між станами, тобто зв'язків, та дій, які повинні виконуватись у цих станах. Після остаточної верифікації виконується обхід графу моделі, починаючи з початкового стану і до кінцевого стану. Дії, які описані у кожному

стані, інтерпретується операторами будь-якої мови програмування, а переходи - відповідними операторами розгалуження, які реалізують предикати темпоральної логіки. При такому обході графу від початкового стану до кінцевого стану по всіх можливих гілках з інтерпретацією дій операторами мови програмування . Салапатов В.І., Лукаш В.І. Застосування не детермінованих кінцевих автоматів для реалізації алгоритмів обробки потокової інформації / В.І. Салапатов, В.І. Лукаш – Чернігів.: Шоста міжнародна науково-практична конференція з міжнародною участю “Математичне та імітаційне моделювання систем МОДС 2011”.Тези доповідей. с. 366-368.маємо отримати текст програми. Подальші дії зводяться до усунення синтаксичних помилок, перевірки типів даних та їх сумісності. Завершується розробка комплексним тестуванням. Така методика створення програм особливо ефективна для розподілених і паралельних програмних систем.

Література

1. SPIN - Bell Labs - <http://cm.bell-labs.com/cm/cs/what/cpin/> (паралельні взаємодіючі процеси). 2. UPPAALL - UPPsala University - <http://www.docs.uu.se/docs/rtmv/uppaal/> 3. VIS Uni Berkeley Uni Colorado <http://vlsi.colorado.edu/~vis/> 4. KRONOS - INRIA () <http://www.inrealpes.fr/vasy/cadp/software/99-c-kronos.html> 5 Ю.Г. Карпов. MODEL CHECKING. Верификация параллельных и распределенных программных систем. – СПб: БХВ-Петербург, 2010. 560 с. 6. Салапатов В.І., Лукаш В.І. Застосування не детермінованих кінцевих автоматів для реалізації алгоритмів обробки потокової інформації / В.І. Салапатов, В.І. Лукаш – Чернігів.: Шоста міжнародна науково-практична конференція з міжнародною участю “Математичне та імітаційне моделювання систем МОДС 2011”.Тези доповідей. с. 366-368.

УДК 004.272, 004.94

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ЗАДАЧЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И УЛУЧШЕНИЯ ОРБИТ БОЛЬШИХ ГРУПП ОБЪЕКТОВ

В.В. Каргашев

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, Россия

В работе описывается разработка программы для реализации вычислений задачи слежения за «космическим мусором» на супер-ЭВМ К-100. Гибридная архитектура этой машины делает возможным достижение высокой вычислительной производительности только при учете особенностей ее аппаратной реализации. В работе описываются средства разработки для параллельных вычислений на базе языка OpenCL и приводится технология подготовки программ на

инструментальной ЭВМ на базе персонального компьютера. Показано, что требуемой вычислительной производительности K-100 можно достичь при большой степени вовлечения вычислительных модулей графических ускорителей в распараллеливание вычислений по количеству отслеживаемых объектов. Также показано, что добиться уровня вовлеченности вычислительных модулей, требуемого для эффективного ускорения вычислений, удается только при использовании специализированных средств. Они включают в себя программирование графических ускорителей на платформе CUDA и такую реализацию вычислительного процесса, которая обеспечивает эффективную параллельность по задачам на уровне вычислительных модулей.

Современные супер-ЭВМ позволяют решать крупные задачи, в которых объем вычислений за единицу времени на несколько порядков превосходит возможности персональных компьютеров. К такому классу задач относятся задачи мониторинга движения объектов, вращающихся вокруг Земли на орбитах с радиусом несколько сотен километров. Подавляющее большинство этих объектов являются неуправляемыми частями ракет-носителей и спутников искусственного происхождения и поэтому часто называются «космическим мусором».

Задача прогнозирования местоположения этих объектов представляет задачу небесной механики, связанную с обработкой траекторных измерений десятков тысяч тел. Для обеспечения безопасности движения функционирующих спутников, траекторные расчеты «космического мусора» требуется выполнять в реальном времени.

Для решения этой задачи в работе предположено использовать супер-ЭВМ K-100. K-100 имеет гибридную архитектуру, состоящую из вычислительного кластера, в котором процессоры каждого узла управляют сопроцессорами вычислительных модулей графической карты фирмы NVIDIA –универсальными процессорами. Вычислительная эффективность такой архитектуры напрямую зависит от степени вовлеченности вычислительных модулей графической карты в вычислительный процесс.

Программная реализация задачи слежения за «космическим мусором» естественным образом разбивается на независимые параллельные процессы по числу объектов, что представляет собой параллельность по задачам. Эффективность выполнения параллельного кода на гибридной архитектуре зависит от степени учета особенностей аппаратной части графических ускорителей программными средствами разработки.

Общепринятым средством разработки программ для параллельных вычислений на графических ускорителях является язык OpenCL и его аналоги. Существенным преимуществом языка является инвариантность по отношению к платформе, на которой исполняется программа. В реализации языка содержатся библиотеки для компиляции исполняемого кода в соответствии с архитектурой ЭВМ, в том числе и на базе графических ускорителей обеих фирм AMD и NVIDIA.

Это делает возможным использовать персональный компьютер для подготовки и отладки программ для кластера, и обеспечить реализацию вычислений при разной степени их параллелизации с помощью графических ускорителей.

В работе получены оценки вычислительной производительности на K-100, которые показывают, что требуемой вычислительной производительности можно достичь только при распараллеливании исполняемой программы на уровне вычислительных модулей графических ускорителей.

Однако оказалось, что качество получаемого исполняемого бинарного кода сильно зависит от типа архитектуры гибридной ЭВМ. Для ускорителей AMD удается обеспечить параллельность выполнения независимых процессов на уровне вычислительных модулей. Для ускорителей NVIDIA исполняемый код обеспечивает менее эффективное распараллеливание. Такой результат связан с особенностями реализации языка OpenCL библиотеками для ускорителей NVIDIA.

Эксперименты показали, что реализующая OpenCL в платформе CUDA содержит большое количество ошибок, преодоление которых имеет достаточно большую трудоемкость. Кроме того оказалось, что платформа CUDA в большей степени приспособлена для параллелизации вычислений по данным; реализация параллельности по задачам требует некоторых программных ухищрений. На рис. 1 представлена диаграмма данных в реализованном в работе диспетчере параллельности.

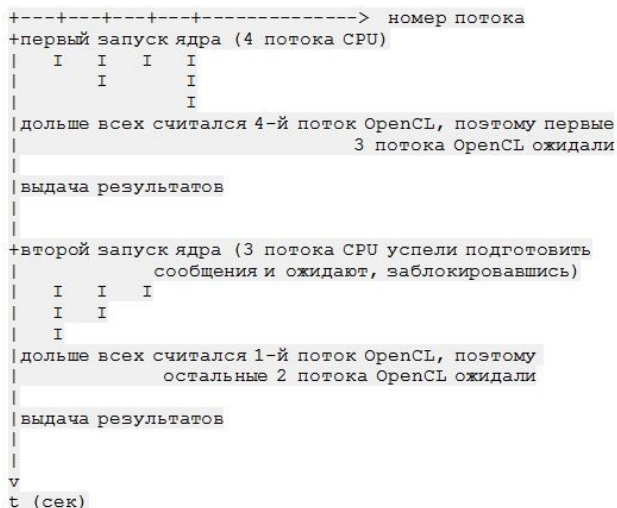


Рис. 1. Диаграмма данных в диспетчере параллельности на примере четырех параллельно выполняющихся потоков.

Эффективным средством для получения параллельно исполняемого программного кода для ускорителей NVIDIA, в котором каждый поток независим, является ассемблер CUDA. Этот язык является собственной разработкой компании NVIDIA. Однако он не подходит в качестве универсального средства создания параллельных программ для гибридных вычислительных систем из-за своей низкоуровневости.

В работе описаны способы программирования задачи слежения за «космическим мусором» с помощью средств языка OpenCL. Приведены результаты разработки для реализации задачи на платформе CUDA. Описывается технология подготовки программ с помощью инструментальной ЭВМ на базе персонального компьютера.

Литература

1. Aaftab Munshi, Benedict R. Gaster, Timothy G. Mattson, James Fung, Dan Ginsburg. OpenCL Programming Guide. - New Jersey: Addison-Wesley, 2008-2011.
2. Тарас Шаповалов. Дизайн OpenCL. - <http://opencl.ru/design>, 2014.
3. OpenCL. Что это такое и зачем он нужен. - <http://habrahabr.ru/post/72247>, 2009.
4. OpenCL. Подробности технологии. - <http://habrahabr.ru/post/72650>, 2009.
5. Apple Inc. OpenCL Programming Guide for Mac // Mac Developer Library. - https://developer.apple.com/library/mac/documentation/Performance/Conceptual/OpenCL_MacProgGuide, 2013.
6. Advanced Micro Devices, Inc. Heterogeneous Computing with OpenCL // Université du Québec à Chicoutimi. - Elsevier Inc., 2013.

7. Ofer Rosenberg. OpenCL Overview lecture // The Haifa Linux Club. - haifux.org/lectures/267/OpenCL_Overview.pdf, 2009.
8. Neil Trevett. OpenCL Introduction. - <http://www.khronos.org/opencl>, 2013.

УДК 650.1

СРАВНЕНИЕ ЭТАПОВ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОГРАММ И МОДЕЛЕЙ

В.В. Литвинов, А.А. Задорожний

Черниговский национальный технологический университет, Украина

Некоторые этапы жизненного цикла программного обеспечения схожи с этапами жизненного цикла моделей. Это означает, что инструментальные средства, которые используются на этапах жизненного цикла разработки программного обеспечения, можно использовать на схожих этапах жизненного цикла моделей.

Рассмотрим, какие этапы жизненного цикла программ и моделей схожи между собой (рис. 1).

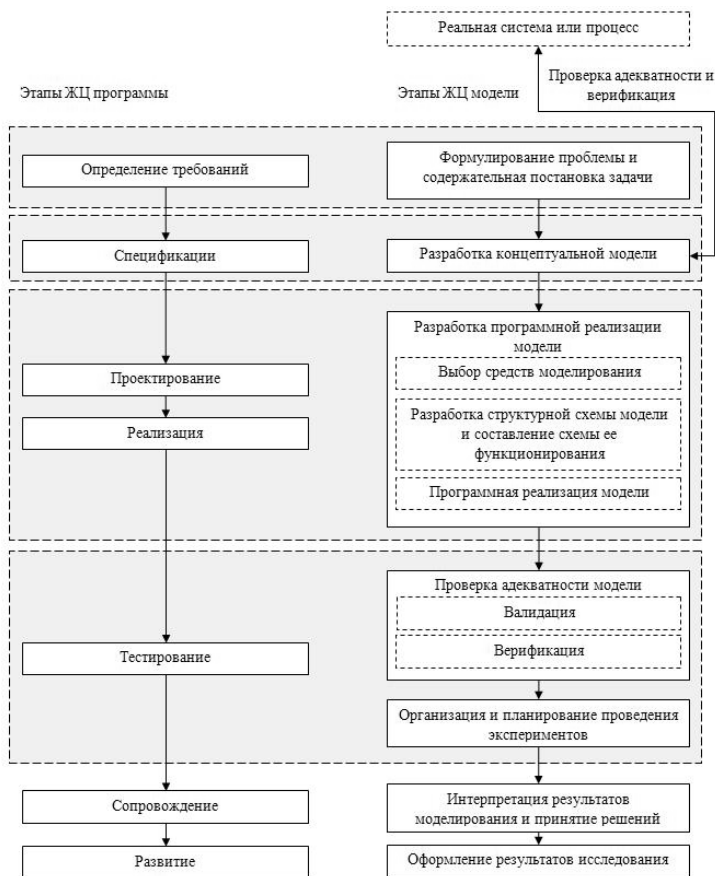


Рис. 1. Сравнение этапов жизненного цикла программ и моделей

Если для моделирования сложной системы создается имитационная модель, то некоторые этапы жизненного цикла моделей очень схожи с этапами жизненного цикла программ.

Например, если говорить об этапе формулирования проблемы и содержательной постановке задачи, то одной из важных задач, которую необходимо решить на этом этапе при создании имитационной модели системы является определение требования к модели и к моделируемой системе. Таким образом, при создании модели системы можно выделить два вида требований: требования к моделируемой системе, и требования к модели. Требования к системе можно получить из готовой системы или из разрабатываемой системы. Например, если мы создаем модель программной системы, то, скорее

всего, требования к ней уже были выдвинуты на этапе анализа требований к системе. После того как требования к системе и к модели системы были выдвинуты, их необходимо проверить, чтобы они были непротиворечивы. И для этого можно использовать те же инструменты, которые используются в жизненном цикле программы на этапе анализа требований к системе. Также на этапе формулирования проблемы решаются вопросы, связанные с определением целей создания программы либо модели, определением временных рамок разработки и ресурсов, которые можно затратить на разработку. Производится активное взаимодействие с заказчиком для более четкого формирования требований.

Этап спецификации жизненного цикла разработки программы соответствует этапу разработки концептуальной модели в жизненном цикле создания модели. Спецификацию программы можно считать ее концептуальной моделью, особенно если спецификация представлена в виде сущности описанной на некотором специализированном языке спецификаций. Задачей этапа спецификации является сбор всех требований и устранение противоречивости этих требований. Этап разработки концептуальной модели также в некоторой мере предназначен для устранения противоречивостей, таких как создание максимально точной модели при как можно большем ее упрощении по сравнению с реальным объектом, что позволит сэкономить ресурсы, затрачиваемых при создании модели, а также ресурсы, затрачиваемые на прогоны модели.

Наиболее схожими являются этапы проектирования и реализации в ЖЦ создания программ и этап разработки программной реализации модели. Схожесть проявляется особенно четко в том случае, если для создания был выбран прикладной язык программирования. Этап разработки программной реализации у модели тесно связан с разработкой концептуальной модели. Хотя разработка имитационной модели очень сильно похожа на разработку обычной программы, но разработка модели происходит на основании зафиксированной архитектуры, которая выбирается на основании разработки концептуальной модели.

Этап разработки концептуальной модели при создании имитационной модели системы состоит из трех шагов:

1. Выбор степени детализации описания объекта моделирования, на котором определяется, насколько детально должен быть описан объект моделирования. На этом шаге необходимо выбрать между стоимостью модели и погрешностями моделирования. Чем выше будет степень детализации объекта моделирования, тем дольше будет происходить процесс ее

разработки и калибровки и тем меньше будут отклонения от реальной системы полученных результатов.

2. Описание переменных модели, на котором определяются входные, выходные, внутренние параметры и их распределения.
3. Формализованное изображение концептуальной модели, который является самым важным шагом на этапе разработки концептуальной модели, и который тесно связывает этот этап с этапом разработки программной реализации модели.

Необходимо рассмотреть, каким образом формализованное изображение концептуальной модели влияет на этап программной реализации модели, а также определить, что такое программа с фиксированной архитектурой. Фиксированная архитектура имитационной программы появляется в тот момент, когда происходит формальное изображение концептуальной модели. После того как был выбран формализм для описания имитационной модели, у этого формализма, как правило есть набор подходов, которые применяют, чтобы их основании создать программную реализацию модели.

Этап тестирования ЖЦ программы соответствует этапам проверки адекватности модели и организации и планирования проведения экспериментов. Также можно говорить о том, что экспериментирование над программной реализацией модели можно проводить с использованием каких же инструментальных средств, как и при ее тестировании. Можно говорить о том, что процесс экспериментирования над моделью схож с процессом ее тестирования, но без сравнения результатов эксперимента с заведомо известным результатом. Вместо того чтобы сравнивать результат прогона модели с заведомо известным результатом, производится их постобработка и вывод окончательного результата на экран.

Выводы. Сравнение жизненных циклов программ и моделей показало, что этапы жизненного цикла программы подобны этапам жизненного цикла модели. Для создания моделей наиболее подходящим является итерационная модель жизненного цикла, которая также используется для создания программ. Особенностью применения итерационной модели ЖЦ для создания моделей является применение процессов проверки модели на адекватность и валидации модели в качестве условий остановки итерации.

Поскольку этапы жизненного цикла создания моделей сходятся с этапами жизненного цикла создания программ, то инструментальные средства, которые используются на этапах жизненного цикла программ можно использовать на схожих этапах жизненного цикла моделей.

Литература

1. Томашевський В.М. Моделювання систем. – К.: Видавнича група ВНУ, 2007. – 352 с.
2. Литвинов В.В., Марьянович Т.П. Методы построения имитационных систем. – К.: Наук. Думка, 1991. – 120 с.
3. Макаров, В.Л. Социальное моделирование – новый компьютерный прорыв (агент-ориентированные модели) / В.Л. Макаров, А.Р. Бахтизин. – М.: Экономика, 2013. – 295 с.
4. Клаус Н.Г., Свечкарев В.П. Многоагентное моделирование конфликтных ситуаций: Учебное пособие. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ ЮФУ, 2012. – 124 с.
5. Collier N, Howe T, North MJ: Onward and upward: The transition to Repast 2.0. In Proceedings of the first annual North American Association for Computational Social and Organizational Science conference. Edited by Carley K. Carnegie Mellon University, Pittsburgh; 2003.
6. Balci O. Verification, Validation And Accreditation Of Simulation Models // Proceedings of the 29th conference on Winter simulation. – N.Y./^ ACM Press, 1997. – P. 135-141.

УДК 681.3

МОДЕЛИРОВАНИЕ В ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМАХ

В.В. Литвинов, И.С. Посадская

Черниговский национальный технологический университет, Украина

Для выхода на современные рубежи в культурном, социальном, экономическом, научном и техническом развитии Украине необходимы разносторонне развитые, профессионально подготовленные специалисты. Поэтому все большую актуальность приобретает проблема разработки и внедрения в практику наиболее эффективных информационных технологий обучения, отвечающих общей концепции образования. Суть этой концепции состоит в подготовке личности, которая обладает, кроме достаточного для требований современного уровня производства, науки, культуры и государства объемом базовых знаний, умений и навыков, способностью к активной творческой профессиональной и общественной деятельности. Важная роль в этом отводится новым программно-техническим средствам индивидуализации процесса обучения.

Среди разнообразия обучающего программного обеспечения гибкость обучения обеспечивает только один класс систем - интеллектуальные обучающие системы (ИОС). В них, как правило, используют модели знаний: знания о предметной области учебного курса, рассматриваемые как эталон; знания о предметной области

учебного курса, сформированные в представлениях обучаемого; знания о процессе обучения.

Имеется достаточно широкий спектр способов представления знаний: логические методы; семантические сети; фреймы; продукционные системы.

Формализованное представление знаний является крайне важным элементом ИОС. Для этого наиболее эффективным является использование для представления знаний нотаций Универсального языка моделирования (UML). Этот язык широко используется для представления предметных областей при проектировании прикладных программных систем [2].

Основная цель нашего подхода – представить модель предметной области в виде набора диаграмм классов на языке UML. Классы выделяются в процессе анализа предметной области, их имена включаются в состав словаря предметной области учебного курса.

ИОС должна поддерживать работу двух категорий пользователей: инженера по знаниям, в функции которого входит составление эталонной модели предметной области (МПО), и обучаемого (рис.1).



Рис.1. Use case структура интеллектуальной обучающей системы

При создании МПО рационально использовать приёмы и стратегии идентификации объектов и отношений, принятые в объектно-ориентированном проектировании.

Стратегии идентификации объектов:

1. Стратегия на базе подчеркивания существительных
2. Стратегия на базе идентификации причинных объектов.
3. Стратегия на базе идентификации сервисов (пассивных вкладчиков).
4. Стратегия на базе идентификации сущностей реального мира.
5. Стратегия на базе идентификации физических приборов.
6. Стратегия на базе идентификации ключевых концептов.
7. Стратегия на базе идентификации транзакций

8. Стратегия на базе идентификации долговременной информации (запоминаемой).

9. Стратегия на базе идентификации визуальных элементов

10. Стратегия на базе идентификации управленческих элементов.

11. Стратегия на базе использования идентифицированных объектов, проигрывание сценария.

Стратегии идентификации отношений

1. Стратегия на базе идентификации сообщений.

2. Стратегия на базе идентификации источников сообщений.

3. Стратегия на базе идентификации хранилищ сообщений.

4. Стратегия на базе идентификации обработчиков сообщений.

5. Стратегия на базе идентификации структуры типа часть-целое.

6. Стратегия на базе идентификации абстрактных структур типа больше-меньше.

7. Стратегия на базе использования идентифицированных объектов, проигрывание сценария.

При построении МПО можно использовать как отдельные стратегии, так и наборы стратегий. В любом случае $S_{МПО}^{\exists}$ строится на базе текстово-графического представления учебного процесса.

В процессе создания $S_{МПО}^{\exists}$ должны формироваться обратные ссылки (R) от основных понятий предметной области (ПО) на тексты, содержащие описания этих понятий и их свойств. Их наличие в $S_{iii}^{y'}$ ссылок на тексты учебного курса позволяет выстроить гибкий процесс обучения, при котором проблемы усвоения материала отображаются в виде несоответствия $S_{iiii}^{y'}$ и МПО обучаемого ($S_{МПО}^O$), и в связи с этим рассогласованием (Δ^S) формируется необходимый набор ссылок на тексты, которые обучаемый должен повторно изучить. Ссылки могут быть и множественными.

Предполагается, что учебный курс делится на ряд фрагментов, для каждого из которых процесс обучения осуществляется по следующей схеме (рис. 2), где ρ -пороговое значение числа неосмысленных элементов ПО, Δ' -рассогласование.

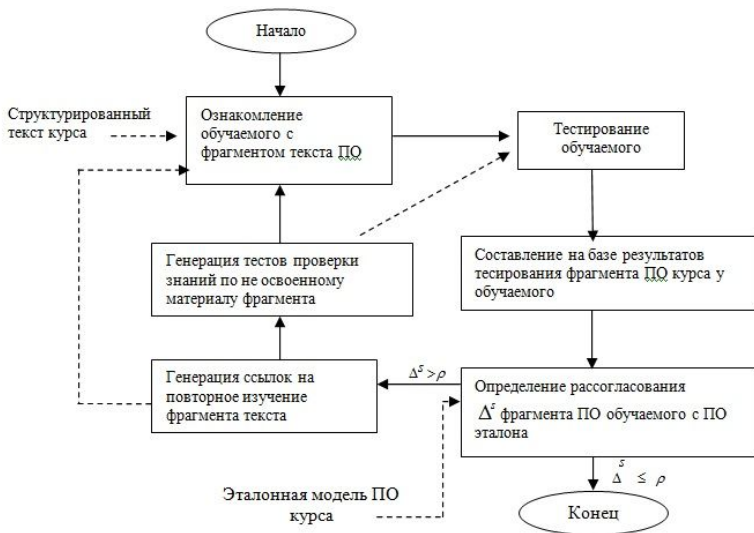


Рис.2. Схема обучения по фрагменту ПО

При использовании UML структурное представление статических элементов предметной области хорошо сочетается со структурным представлением динамики системы. Так, объект определенного класса может содержать другие объекты, объект определенного класса может обладать поведением, в том числе и таким, которое можно представить в виде преобразователей входной и выходной информации, ассоциативная связь между объектами может рассматриваться как «контактное» соединение агрегатов. Наконец, объекты нижнего уровня могут быть представлены как машины состояний или элементарные агрегаты.

Это традиционный подход к конструированию моделей в имитационном моделировании. Поскольку последнее представляет собой методологию проведения экспериментов с моделями, интересно перенести эту особенность на проблемы обучения [1].

Предлагаемая ориентация ИОС на использование МПО придает необходимую гибкость обучения, позволяет сформировать у обучаемого связанную структурированную модель изучаемого фрагмента ПО. Последовательное выявление атрибутов и операций объектов формирует понятия, на основе сходства объекты объединяются в классы. Из набора разрозненных факторов и сведений формируется связанная структура знания обучаемого, приближая процесс обучения к творческому. Так, постепенно расширяя свою базу объектов, выявляя их свойства, определяя и исследуя их поведение и

взаимодействие между ними, учащийся изучает некоторую проблемную область.

Литература

1. Литвинов В.В., Марьянович Т.П. Методы построения имитационных систем. - К.: Наукова думка, 1991.-120с.
2. Bruce Powel Douglass. Real-Time UML Second Edition. Developing Efficient Objects for Embedded Systems.-Addison-Wesley.-1999.-238 p.

УДК 004.8.032.26; 517.9; 681.3

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ПРЕДМЕТНЫХ РИСКОВ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СППР

А.Л. Ляхов, С.П. Алешин, Е.А. Бородина

*Полтавский национальный технический университет имени Юрия
Кондратюка, Украина*

Рассматривается технология оценки предметных рисков при построении автоматизированных СППР в управлении сложными социотехническими системами (ССТС) различного предназначения [1] в условиях временных ограничений [2]. Проблема заключается в том, что с одной стороны, возникают трудности построения адекватной математической модели исследуемого объекта за ограниченное время, с другой – возрастают риски от запаздывания в принятии решения, а с третьей – статистические ошибки 1 и 2 рода зависят от особенностей предметной области и существенно влияют на возможный ущерб.

Разделение ошибочных решений на ошибки первого и второго рода вызвано тем, что последствия от разного рода ошибочных решений принципиально различаются в части того, что упущенный выигрыш оказывает меньшее влияние на ситуацию, чем реализованный проигрыш и наоборот. Таковы особенности ССТС различного предназначения (экономика, экология, медицина, оборона и др.). Например, для биржевого брокера последствия того, что акции не были куплены, когда их следовало покупать, отличаются от последствий ситуации, когда акции были куплены, но покупать их не следовало. Первая ситуация может означать упущенную выгоду, вторая — прямые потери вплоть до разорения брокера. Аналогично для врача отказ от лечения при ошибке в диагнозе отличается по последствиям от назначения неадекватного лечения. Подобных примеров много. Вместе с тем, классификация ошибок первого и второго рода допустима только в ситуациях, когда ведется точный учет и анализ рисков. На рис. схематично отображена проблема противоречия трех атрибутов принятия решений: ошибки (степень

неадекватности моделирования), риски от времени на принятие решения и их предметных особенностей.

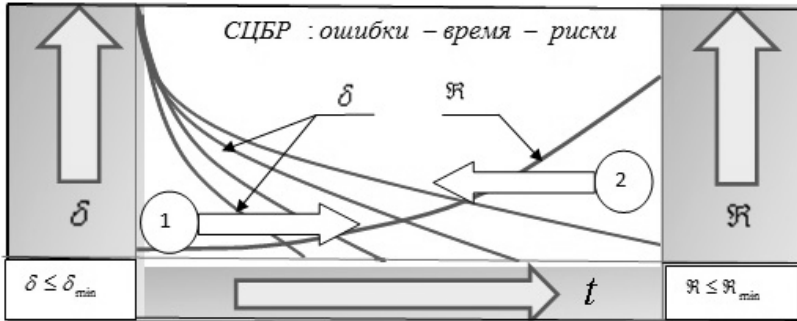


Рис. Иллюстрация проблемы СППР в пространстве противоречивых атрибутов

Задача моделирования СППР с учетом предметных рисков формализуется выражением:

$$\begin{aligned} \min R(\alpha, \beta)(S, \Delta T, X) \\ \text{при } \delta \leq \delta_0; \\ t \leq t_0 \end{aligned} \quad (1)$$

где $s \in S, S$ - множество распознаваемых состояний ССТС;

$x \in X, X$ - множество входных факторов ССТС;

$\Delta T, \delta$ - интервал времени принятия решения по каждой задаче и степень адекватности модели;

δ_0, t_0 - граничные значения ошибок и времени на принятие решения

$R(\alpha, \beta)$ - ожидаемый ущерб от ошибок 1 и 2 рода. Из (1) видно, что S - множество распознаваемых состояний. Следовательно, необходима процедура оценки вероятностей ошибок распознавания. Поэтому рассчитывается вероятность ошибки первого рода, (когда нулевая гипотеза отвергается, хотя на самом деле она верна $\alpha = P\{T \in \Omega\alpha | H_0\}$) и вероятность ошибки второго рода, (когда нулевая гипотеза принимается, хотя на самом деле она не верна $\beta = P\{T \notin \Omega\alpha | H_1\}$). Здесь T - функция от репрезентативной выборки (или сама выборка). Технология наблюдения и выполнения дисциплинирующих условий в выражении (1) представлена в работе [3]. А использование вероятностей ошибок позволяет количественно измерить прогнозируемый ущерб и минимизировать его.

Риски ошибочных решений рассчитываются предварительно и помещены в файл исходных данных в виде платежной матрицы $\|C\|$. В принятых обозначениях после измерения признаков X_0 текущего

состояния ССТС, величина условного риска в отнесении состояния объекта ω к классу Ω_g представляется выражением [3]:

$$R(\omega \in \Omega_g / X_0) = \min_l \sum_{g=1}^m C_{lg} P(\Omega_l / X_0) \quad (2)$$

При этом условная вероятность $P(\Omega_l / X_0)$ может быть определена в соответствии с формулой Байеса и совместно с матрицей предметных рисков, составленной предварительно экспертным путем, позволяет оценить и минимизировать ожидаемый ущерб. Инструментальная реализация обеспечивается, например, объединением вероятностной и линейной нейронными сетями [2].

Использование пакетов нейроэмуляторов позволяет упростить реализацию проекта путем применения средств визуализации, графического инструментария, средств формирования запросов, оперативного обучения и верификации результатов, построения ансамбля моделей.

Литература

1. Морозов А.А. Состояние и перспективы нейросетевого моделирования СППР в сложных социотехнических системах / В.П. Клименко, А.Л. Ляхов, С.П. Алёшин // Математичні машини і системи. – 2010. - № 1. - С. 127 – 149.
2. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс / Хайкин С. – [2-е изд.]; пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.
3. Алёшин С.П. Нейросетевой базис поддержки решений в пространстве факторов и состояний высокой размерности / С.П. Алёшин – Изд. «Скайтек», 2013. – 208 с.

УДК 004.942:004.421

АЛГОРИТМ ПАРАЛЕЛЬНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ МЕТОДУ МУЛЬТИСІТКИ

А. Ю. Дифучин

Національний технічний університет України «КПІ», Україна

У зв'язку з існуванням фізичного обмеження на зростання тактової частоти збільшення продуктивності обчислень можливе тільки через застосування багатоядерних процесорів та паралельних обчислень. Тому розвиток методів паралельних обчислень різних задач в найближчий час є єдиним способом підвищення швидкості обчислень. Неоднозначність паралельної реалізації чисельних методів обумовлює необхідність наукових досліджень найбільш ефективних способів використання технологій паралельного програмування.

Запропонований паралельний алгоритм чисельного розв'язання еліптичного диференційного рівняння в частинних похідних та

розроблена його реалізація з використанням технологій паралельного програмування OpenMP, Intel Cilk Plus, POSIX Threads та технологій програмування на графічному процесорі CUDA, OpenCL. Порівняльний аналіз, який виконаний, дозволяє вибрати найбільш ефективну технологію в залежності від умов задачі. Реалізація алгоритму чисельного розв'язання виконана з використанням об'єктно-орієнтованої технології.

Ключова ідея методу мультисітки полягає в уточненні розв'язку, отриманого на тонкій сітці, за допомогою розв'язку, отриманого на більш грубій сітці. Нехай лінійна еліптична задача має вигляд

$$Lu = f \quad (1)$$

де L - лінійний еліптичний оператор, f - права частина еліптичного рівняння.

Дискретизація рівняння (1) приводить до такого алгебраїчного рівняння:

$$L_h u_h = f_h \quad (2)$$

де L_h - оператор різницевого рівняння, f_h - права частина різницевого рівняння.

Припустимо, що \bar{u}_h - наближений розв'язок системи алгебраїчних рівнянь (2). Різниця $v_h = u_h - \bar{u}_h$ називається корекцією і підлягає визначенню. Застосуємо оператор L_h до корекції v_h :

$$L_h v_h = L_h u_h - L_h \bar{u}_h = f_h - L_h \bar{u}_h. \quad (3)$$

Різниця $d_h = L_h \bar{u}_h - f_h$ називається дефектом. З (3) слідує, що дефект задовольняє рівнянню:

$$L_h v_h = -d_h. \quad (4)$$

Для пошуку корекції використаємо грубу сітку з кроком $H = 2h$, наприклад. Дефект d_H задовольняє рівнянню (4) і пов'язаний з дефектом d_h рівнянням:

$$d_H = R d_h. \quad (5)$$

де R - рестрикт-оператор або оператор переходу від грубої сітки до дрібної сітки.

Припустимо, що \bar{v}_H - розв'язок рівняння (4) з кроком H . Корекції на різних сітках пов'язані таким рівнянням:

$$\bar{v}_h = P \bar{v}_H, \quad (6)$$

де P - оператор пролонгації або оператор переходу від тонкої сітки до грубої сітки.

Значення корекції дозволяє уточнити значення знайденого розв'язку \bar{u}_h :

$$\bar{u}_h^{n+1} = \bar{u}_h + \bar{v}_h \quad (7)$$

Отже, уточнення виконується за таким алгоритмом: обчислення дефекту розв'язку, який отриманий на тонкій сітці; перехід до дефекту на більш грубій сітці (рівняння 5); відшукування корекції, що

задовольняє рівнянню (4); інтерполяція корекції до тонкої сітки за рівнянням (6); обчислення наступного значення за рівнянням (7). Оператор різницевого рівняння L_h , рестрикт-оператор R та оператор пролонгації P у випадку квадратної області та однакового кроку по обох змінних мають вигляд [2]:

$$L_h = \frac{1}{h^2} \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}, R = \begin{pmatrix} 0 & \frac{1}{2} & 0 \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ 0 & \frac{1}{2} & 0 \end{pmatrix}, P = \begin{pmatrix} \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & \frac{1}{4} \\ \frac{1}{2} & 1 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & \frac{1}{4} \end{pmatrix} \quad (8)$$

Оскільки реалізація методу мультисітки передбачає одночасну обробку кількох сіток з різним кроком, то побудуємо клас Grid. Використання механізму інкапсуляції забезпечує структуроване зберігання усіх даних сітки з обмеженням доступу для інших сіток.

Для заданої області створюється J сіток, де $2^J = n$ як екземпляри класу Grid. Основний цикл методу виконує розрахунок для кожної з J сіток, $i=0..J-1$. Для кожної сітки виконуються такі дії:

розрахунок наближених значень \bar{u}_h ;

розрахунок дефекту $(-d_h)$;

розрахунок \bar{v}_h ;

корегування значень $\bar{u}_h^{new} = \bar{u}_h + \bar{v}_h$, де $\bar{v}_h = P\bar{v}_h$.

Основні розрахунки виконуються кожною сіткою окремо, а результати розрахунків зберігаються у полях екземплярів класу Grid. Оператор релаксації виконується окремо для кожної сітки, і тому виконання його може бути розпаралелити. Рестрикт-оператор та оператор пролонгації використовують в параметрі значення інших сіток і тому розпаралелювання виконання цих операторів може призвести до хибних розрахунків. Розрахунок за оператором релаксації містить дії, які можуть бути виконані незалежно одна від одної. Тому ці дії можна виконувати паралельно.

Інший спосіб - паралельна реалізація з використанням технології CUDA, - передбачає написання спеціальної функції – ядра.

Для візуалізації результатів чисельного розв'язання рівняння Пуассона використовується авторська бібліотека тривимірної графіки [3]. Інтерфейс програми, який розроблений, дозволяє налаштовувати параметри диференційного рівняння (область змінних, кількість точок сітки, граничні умови, значення правої частини диференційного рівняння у точках сітки), параметри експерименту та спостерігати час обчислення в залежності від обраної технології (рис.1). Візуалізація результатів обчислень дозволяє спостерігати зростання точності розв'язку при збільшенні кількості ν -циклів та кількості проходів релаксації та наочно оцінювати якість побудованої поверхні.

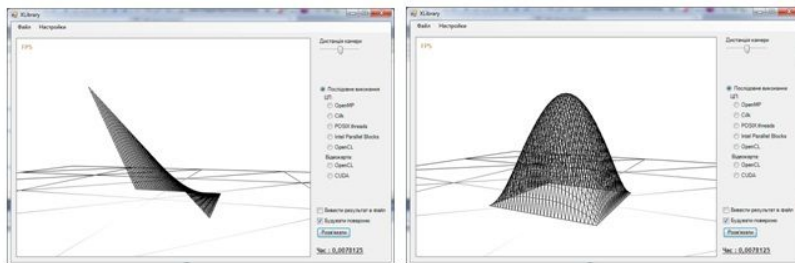


Рис. 1. Тривимірна візуалізація результатів чисельного розв'язання при різних граничних умовах

Експерименти проводились з метою порівняння реалізації алгоритму чисельного розв'язання еліптичного диференційного рівняння з використання різних технологій програмування: технології паралельного програмування на багатоядерних процесорах; послідовної реалізації; технології програмування на графічних процесорах. Перша серія експериментів проводилась для порівняння технології паралельного програмування на багатоядерних процесорах та послідовної реалізації методу мультисітки. Друга серія експериментів проводилась для порівняння технології паралельного програмування на графічному процесорі та послідовної реалізації методу мультисітки. Результати експериментів представлені на рисунку 2.

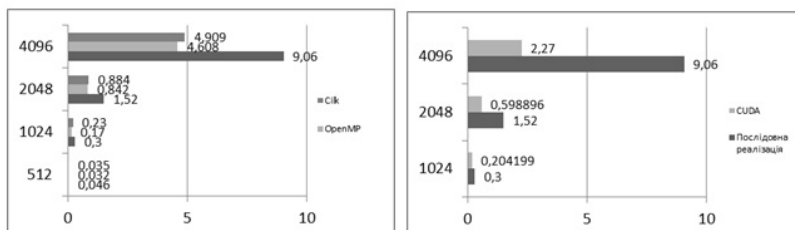


Рис. 2. Діаграма часу виконання алгоритму чисельного розв'язання еліптичного диференційного рівняння при різних технологіях програмування

Таким чином, в результаті наукового дослідження розроблена реалізація методу мультисіток мовою C++, виконане розпаралелювання методу мультисіток з використанням технологій OpenMP, Cilk, CUDA та виконаний порівняльний аналіз використання різних технологій паралельного програмування. Паралельна реалізація методу мультисіток, за умови доступу до відповідних обчислювальних ресурсів, дозволяє зменшити час виконання розрахунків в 4 рази у порівнянні з послідовною реалізацією. Проте ефективність

використання технологій паралельного програмування спостерігається тільки при значній кількості точок сітки (більше 512). Результати наукового дослідження, які одержані, можуть бути використані для розробки програмного забезпечення з фізико-математичного моделювання, для розробок комп'ютерної графіки, розпізнавання образів.

Література

1. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы: Уч. пособие. – М.: Наука, 1987. – 600с.
2. Press W., Teulkosky S., Vetterling W., Flannery B. Numerical Recipes in C. – Cambridge University Press 1988, 1992. – 994 p.
3. Дифучин А.Ю. Розробка бібліотеки класів для створення тривимірної графіки з використанням шейдерної мови HLSL // Обчислювальний інтелект (результати, проблеми, перспективи): Матеріали 1-ї міжнародної науково-технічної конференції (10-13 травня 2011р., Черкаси). – Черкаси: Маклаут, 2011. – С.306-307.

УДК 681.32

ТАБЛИЦІ, МАТРИЦІ І ЛОГІЧНІ СХЕМИ РІШЕНЬ

А.А.Тимченко

Черкаський державний технологічний університет, Україна

Сучасні засоби моделювання надають досліднику широкі можливості інтерпретації – графіка, рисунок, таблиця та ін. З іншого боку поєднання аналітичної (доказової) постановки з традиційним (пошуковим) моделюванням набагато прискорює досягнення результатів аналізу. В доповіді викладені деякі узагальнення по використанню багатовимірних таблиць в задачах системних досліджень.

Вступ. Коротка історична довідка. Таблиці і матриці частіше всього згадуються тоді, коли мова йде про «вимірність» - багатомірність, векторність і ін., для представлення результатів моделювання та системних досліджень. Правда, на перших порах цифрового моделювання (розрахунків) згадується один комічний випадок: « відійдіть всі від друкуючого пристрою – я буду отримувати «секретне число». В сучасних задачах інформаційного моніторингу дана техніка використовується для системного аналізу і специфікації систем, причому таблиці та таблиці рішень забезпечують значні переваги системно - ситуаційному аналізу [1] .

Як відомо, *таблиця* або проста *таблиця* – це перелік даних (статистичних або інших відомостей), розташованих у повному порядку за *рядками* та *стовпцями*; перетин *рядка* і *стовпця* є клітинка (комірка). Будь-яка проста таблиця може бути представлена як

багатовимірна таблиця нормалізацією значень даних у впорядковану ієрархію. Прикладами таких таблиць є таблиці *додавання* (*віднімання*), *множення* (*ділення*) – як результати математичних операцій свого роду функцій двох змінних:

$$y1 = x1 + (-) x2; y1 = x1 \cdot x2.$$

В технічних системах (т. н. *табличні автомати*) описуються такого роду таблицями, де перший рядок використовується для відображення значень одної змінної (наприклад, керуючого впливу), а перший стовпець - для другої змінної (збурення), аналогічно адресам в ЦОМ. В комірках заносяться значення регульованої величини. Якщо такого типу таблиця використовується для опису *формульного автомату*, то в комірках заносяться значення коефіцієнтів формульного виразу функції та операцій над ними.

В подальшому аналогічний підхід був використаний в побудові т.н. *логічних схем досліджень* в вигляді багатовимірних таблиць, особливо в задачах автоматизації наукових досліджень та інших сфер виробничої діяльності.

Основні результати дослідження.

Таблиці рішень. В доповіді викладено результати використання системного аналізу до розгляду деталізованих узагальнених категорій, а саме [2]:

«об'єкт дослідження» → «процес дослідження»,

де об'єкт дослідження розглядається як *цільова категорія*, а процес дослідження як категорія досягнення мети, тобто категорії типу:

«мета» → «засіб».

В якості *об'єкта дослідження* виступає складна система яка складається з частин, або та, для якої, на даний момент не існує засобів її дослідження. Допускається, що всебічне уявлення про складну систему можливо отримати шляхом розгляду послідовного ланцюга аспектів [3]:

«будова» → «функціонування» → «еволюціонування або розвиток».

При цьому використовується т.н. *еволюційне* визначення складної системи, а саме:

$\Sigma =$ «будова, критерії» → «функціонування, критерії» → «еволюціонування, критерії».

В якості *процесу дослідження* розглядається наступна схема етапів:

«структуризація» → «алгоритмізація» → «цілеорієнтація».

Предметом *наукового пошуку* відповідно до рівнів є:

«структура» → «функція» → «технологія»

Тобто, послідовність процедур, операцій вищенаведеного ланцюжка системного аналізу:

«мета» → «задачі» → «методи» → «алгоритми» →

« програмно-методичні засоби ».

Розглядаючи в якості вимірів вищенаведених послідовностей, відповідно, по об'єкту та процесу двовимірної таблиці – отримаємо відповідно дев'ять комірок, в тому числі виділяються деякі із послідовностей, а саме:

« структура » → « структуризація »; « функція » → « алгоритмізація »;
« технологія » → « цілеорієнтація »,

а також додатково:

« структура » → « алгоритмізація »; « структура » → « цілеорієнтація »,
і відповідно:

« функція » → « структуризація »; « функція » → « цілеорієнтація ».

Аналогічна таблиця розглядається як логічна схема системних досліджень та пошуку логічних циклів.

Логічна схема досліджень. Багато вимог, що виникають при автоматизації досліджень, суперечать одна одній, доповнюються невизначеністю й відсутністю прототипів та апіорних даних. Якщо логічна схема як початкове посилення є відображенням певного *підходу*, узагальненням *досвіду* в розв'язанні задач системного дослідження, то утворення сучасних комп'ютерно – математичних способів дослідження, адекватних логічній схемі, орієнтовано в майбутнє цієї проблеми. Достатньо закономірно, що нові обчислювальні засоби досліджень суттєво видозмінюють сутність проблеми – методики самих досліджень. Тим більше, що комп'ютерно – інформаційна система повинна до сфери свого обслуговування ввести спілкування *людини - дослідника* з ЕОМ щодо реалізації ще не сконструйованих процедур розв'язань і для слабосконструйованих задач дослідження. Отже, разом з проблемною орієнтацією щодо скаду задач дослідження. Проектування сучасних систем досліджень має бути достатньо орієнтованою на певні методики розв'язання задач із слабо вираженою математичною єдністю.

Конкретним висновком із системного аналізу є висновок про необхідність встановлення відповідного рівня комп'ютерного обслуговування процесів моделювання. Інакше визначають єдину ланку схеми, на базі якої здійснюється розподілення задачі системного дослідження, розпаралелювання підзадач, їх упорядкування в розумінні подання початкової інформації і побудови процедур розв'язань.

Отже, з'являється можливість, залишивши, наприклад, незмінним дедуктивно-паралельний принцип організації структури схеми, можливо скоригувати конкретну схему в процесі розвитку методики системного дослідження при освоєнні сучасних систем автоматизованого моделювання.

Опис та основні характеристики виділених за чотирирівневою схемою задач дослідження однієї із складних систем керування (ОНТ) подано в [4]. За результатами системного аналізу задач і деревом моделей об'єкта дослідження побудована логічна схема. В основу побудов покладено результати, отримані при розробці систем керування науковим експериментом і деяких структур інформаційно-керуючих систем [5].

В доповіді надані результати дослідження відповідно до розкриття категорії «засоби» - «мета». На прикладі проведеного експерименту по моделюванню залежності «їжа» - «вага» з відображенням результатів в вигляді таблиці рішень як деякої двувимірної формалізованої математичної структури (конструкції).

Основні висновки. Таким чином, заповнюючи такого роду таблиці ми маємо можливість систематизувати в одній структурі (конструкції), задачі, моделі, методи (алгоритми), програмно-технічні та програмно- методичні (технологічні) аспекти дослідження.

Література

1. Жук К.Д., Тимченко А.А., Доленко Т.И. Исследование структур и моделирования логико- динамических систем – К.: Наукова думка, 1975. – 199 с.
2. Тимченко А.А. Логічні схеми дослідження та їх використання. Тези доповідей II НМПК «Інформаційної технології в освіті, науці і техніці» (ІТОНТ – 2014): Черкаси, 24-26 квітня 2014р. – у 2-х томах. – Черкаси: ЧДТУ, 2014. Т.1. – 202с.
3. Тимченко А.А. Эволюционное определение сложной системы // Вісник ЧПІ. 2000. №1. с. 105-110.
4. Тимченко А.А. Основи системного проектування та системного аналізу складних об'єктів: у двох книгах.
Кн. 1. Основи САПР та системного проектування об'єктів – К.: Либідь, 2000. – 272с.
Кн. 2. Основи системного підходу та системного аналізу об'єктів нової техніки – К.: Либідь, 2004. - 288 с.
5. Шатихин Г.С. Структурные матрицы и их применение для исследования систем – М.: Машиностроение, 1974. – 247 с.

УДК 004.424:334.722.012.64

МЕТОД ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ СБАЛАНСИРОВАННЫХ ДЕРЕВЬЕВ

В.В. Казимир, М.В. Харченко

Черниговский национальный технологический университет, Украина

Любой бизнес-процесс организации представляет собой совокупность взаимосвязанных операций (действий), направленных на создание определенного продукта или услуги [1]. Для достижения

заданного результата действия должны быть выполнены в конкретной последовательности. Такая последовательность, зачастую, не является линейной. Так как большинство бизнес-процессов имеет сложную структуру, большое количество действий, каждое из которых может завершаться одним из нескольких вариантов, это влияет на конечный результат. Например, бизнес-процесс on-line бронирования и покупки авиабилетов. В зависимости от запроса клиента система либо отображает подходящие варианты, либо информирует клиента об их отсутствии. Если варианты есть и клиента они устраивают, он подтверждает свой выбор, после чего получает реквизиты для оплаты. После оплаты на e-mail клиента высылается электронный авиабилет. Если предложенные варианты клиента не устраивают, обработка запроса завершается. Из примера видно, что для получения результата нужно выполнить ряд действий, т.е., сложный бизнес-процесс декомпозируется на более мелкие подпроцессы (работы).

Довольно часто удобно представить варианты развития бизнес-процесса графически в виде одного из видов графа – дерева (рисунок 1). Узлы дерева – это состояния бизнес-процесса.

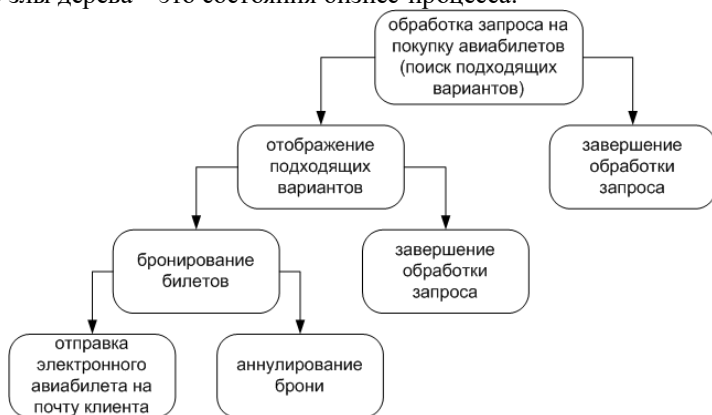


Рис. 1. Дерево вариантов развития бизнес-процесса

Деятельность современных компаний формируется из большого количества бизнес-процессов (до 40) [2], которыми трудно управлять. В связи с этим, возникает необходимость внедрения информационных систем управления бизнес-процессами (BPM-систем) [3], решающих задачу их автоматизации. Принцип работы BPM-систем основан на моделировании бизнес-процесса и управлении им на основе построенной модели в режиме реального времени. Вторая задача, с которой сталкиваются компании после внедрения BPM-систем, это оптимизация, т.е. улучшение каких-либо показателей бизнес-процессов. Современные BPM-системы поддерживают данную

функцию, однако это требует внесение корректировок в саму модель бизнес-аналитиком. В результате увеличивается влияние человеческого фактора. Так же отсутствуют однозначные гарантии того, что внесенные изменения приведут к улучшению.

Авторами предлагается метод, который позволяет автоматизировать оптимизацию бизнес-процесса на основе выделенного показателя. Суть метода заключается в следующем: выбирается показатель оптимизации и рассчитывается его исходное значение. Далее выполняется балансировка дерева вариантов развития по заданному показателю и вычисляется его новое значение. Если новое значение лучше исходного, модель бизнес-процесса изменяется с учетом полученного после балансировки дерева вариантов развития. Иначе делается вывод о нецелесообразности оптимизации по заданному показателю. Данный подход реализует идею динамического программирования [4], когда оптимальное решение подзадач (в данном случае оптимальное выполнение действий бизнес-процесса) приводит к решению исходной задачи (бизнес-процесса). В этом случае роль бизнес-аналитика сводится только к выбору показателя оптимизации.

Предложенный метод позволяет снизить влияние человеческого фактора на оптимизацию бизнес-процесса и уменьшить вероятность его ухудшения в случае неправильного выбора показателей оптимизации.

Литература

1. Елиферов В.Г. Бизнес-процессы: Регламентация и управление. [Текст] / В.Г. Елиферов, В.В. Репин. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 319 с.
2. Ковалев С.М. Технология структуризации и описания организации – шаг за шагом [Электронный ресурс] / Ковалев С.М., Ковалев В.М. Режим доступа: <http://www.betec.ru/index.php?id=36&sid=03>. – Название с экрана.
3. Н. Smith. Business Process Management: The Third Wave. [Text] / Н. Smith, P. Fingar. – Megan Kiffer Pr, 2006 – 312p.
4. Калихман И.Л. Динамическое программирование в примерах и задачах: Учеб. пособие. [Текст] / Калихман И.Л., Войтенко М.А. — М.: Высш. школа, 1979.— 125 с.

УДК 004.056:061.68

АНАЛИЗ ОНТОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ КСЗИ

И.П. Сеницын, М.А. Колтик

Институт программных систем НАН Украины, Украина

В общих чертах под онтологией понимается система понятий некоторой предметной области, объединенных некоторой общей

концептуальной сущностью и соединенных различными отношениями. Онтологии используются для формальной спецификации понятий и отношений, которые характеризуют определенную область знаний. Преимуществом онтологий в качестве способа представления знаний является их формальная структура, которая упрощает их компьютерную обработку [1].

Анализ технологии проведения испытаний КСЗИ говорит о возможности и целесообразности использования системно-онтологического подхода для анализа данной предметной области и построения онтологической модели рассматриваемого технологического процесса, которая послужит основой для разработки онтологии проведения испытаний КСЗИ. В свою очередь, данная онтология рассматривается как основной компонент (база знаний) разрабатываемого средства автоматизированной поддержки при проведении испытаний КСЗИ [2].

Под онтологической системой (онтологией) данной предметной области будем понимать кортеж множеств $O = (X, R, F)$, где X – конечное множество понятий рассматриваемой предметной области (процесса проведения испытаний КСЗИ), R – конечное множество отношений между понятиями - X , F – конечное множество функций интерпретации, заданных на множествах X и /или R . Частным случаем задания множества функций интерпретации F является глоссарий, который составляется для множества понятий X . В базовой онтологии примем, что множество F тождественно множеству аксиом A , представляющих истинные высказывания о соответствующих понятиях X .

В общем случае методика проектирования онтологии включает три этапа:

1. Предварительный анализ заданной предметной области;
2. Построение онтологического графа предметной области. Под онтологическим графом понимается ориентированный граф, вершинами которого являются понятия предметной области, а дугами – связи, отношения между ними.
3. Графическое (визуальное) проектирование онтологического графа предметной области и составление формализованного описания онтологии предметной области.

Анализ технологии проведения испытаний КСЗИ, позволяет выделить два основных технологических процесса:

1. Предварительные испытания КСЗИ;
2. Экспертные испытания КСЗИ.

Каждому технологическому процессу отвечает соответствующая онтологическая модель. Онтологические модели выделяемых технологических процессов приведены на Рисунок 1 и Рисунок 2.



Рис. 1. Онтологическая модель представления процесса проведения предварительных испытаний КСЗИ

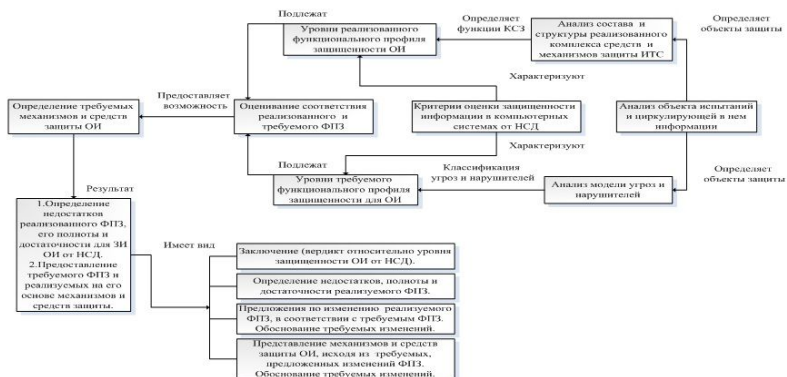


Рис. 2. Онтологическая модель представления процесса автоматизированной поддержки экспертных испытаний КСЗИ

Представленные модели, на концептуальном уровне, описывают (моделируют) онтологическую систему процесса проведения предварительных и экспертных испытаний КСЗИ и содержит онтологические модули (объекты), отношения между ними и характеристику возможного выходного результата, получаемого пользователем, который использует данную онтологию при проведении испытаний КСЗИ.

Каждый модуль выделяется исходя из специфики рассматриваемой предметной области и выполняемых им задач на определенном этапе технологического процесса.

Названия модулей отражают характер выполняемых с их использованием задач, а направления связей между ними и их названия, отражает характер их взаимодействия между собой, в процессе использования онтологии.

Каждый модуль содержит:

1. Понятие – сущность (родовое понятие);
2. Классы понятий, подклассы понятий, понятия, экземпляры понятий;
3. Отношения между классами понятий, подклассами понятий, понятиями, экземплярами понятий;
4. Аксиомы, определяемые на отношениях и понятиях;
5. Глоссарий терминов данной предметной области.

Понятие – сущность - это исходное понятие или концептуальное определение, которое является вершиной для построения графа понятий выделяемого онтологического модуля или всей онтологии.

Понятия рассматриваются как множество объектов, которые принадлежат к некой общей сущности рассматриваемой предметной области, связаны между собой отношениями и могут быть упорядочены иерархически.

Каждый класс (подкласс) понятий описывает группу индивидуальных сущностей (понятий), которые объединены на основании наличия общих свойств.

Отношения связывают между собой понятия (классы, подклассы, экземпляры понятий) и описывают их. Выделяются таксономические и функциональные отношения. Таксономические отношения определяют иерархию и структуру понятий (классов, подклассов, экземпляров понятий). Функциональные отношения описывают заданные объектные свойства, такие как: «является», «требует обеспечения», которые описывают функциональные отношения между понятиями.

Аксиомы задают условия соотнесения понятий и отношений, они выражают очевидные утверждения, связывающие понятия и отношения. Данные аксиомы можно понимать как утверждения, вводимые в онтологию в готовом виде, из которых могут быть выведены другие утверждения.

Глоссарий включает термины и их определения, характерные для рассматриваемой предметной области и их естественно – языковое описание.

Построение представленных онтологических моделей является необходимым условием при разработке онтологии проведения испытаний КСЗИ. Использование данной онтологии в качестве базы знаний позволяет, осуществить интеллектуально-информационную поддержку пользователя (разработчика, эксперта) в данной

предметной области. Выбор данного технологического подхода предоставляет весь спектр преимуществ использования интернет технологий, как для пользователя, так для компании разработчика предоставляющей данный вид услуг.

Література

1. Н.С. Константинова, О.А. Митрофанова «Онтологии, как системы хранения знаний». <http://window.edu.ru/resource/795/58795/files/68352e2-st08.pdf>.
2. М.А. Колтик «Системно - онтологический анализ предметной области проведения испытаний КСИИ». «Проблемы программирования» «ИПС» НАН Украины № 1 2014 год.

УДК 621.391

МЕТОД ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ ІНФОРМАЦІЇ В СИСТЕМАХ БЕЗДРОТОВОГО ДОСТУПУ

В.Д. Назарук

Управління Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації України

Сутність методу полягає у адаптивному виборі структури побудови фізичного рівня системи безпроводового доступу за допомогою зміни значень параметрів сигнально-кодових конструкцій багатопозиційних багато частотних сигналів (ББЧС) з внутрішньою маніпуляцією кожного частотно-часового елементу.

Припускаємо, що у нас задані наступні параметри передавача: $F = \{f_i\}$, де $f_1, f_2 \dots f_M$ – кількість частот в ББЧС; $A = \{A_i\}$, де A_1, A_2, \dots, A_M – кількість реалізацій ББЧС; закон слідування ББЧС і зміни в ньому частот; потужність корисного сигналу; відношення сигнал/шум в каналі; центральна (несуча) частота; вид маніпуляції кожного частотно-часового елементу ББЧС; швидкість передачі інформації (необхідна пропускна спроможність), смуга пропускання каналу зв'язку; набір коригувальних кодів з відповідними параметрами: довжина кодової комбінації, швидкість коригувального коду, величина кодової відстані, граничне значення відношення сигнал/шум в каналі, при якому коригувальний код починає давати вигравш порівняно з модуляцією без кодування. Початковий режим роботи, який забезпечує необхідну швидкість передачі інформації $v_{1, \text{св}}$ передбачає використання усіх піднесучих та найменш швидкісного коригувального коду.

Нам необхідно визначити оптимальні значення параметрів сигналу (кількість реалізацій ББЧС та вид маніпуляції кожного частотно-часового елементу, коригувальний код, потужність передавача та її розподіл між частотами), при яких максимізуються енергетична

ефективність системи бездротового доступу Q^2 при виконанні обмежень на значення ймовірності помилкового приймання сигналів $P_{i\bar{i}} \leq P_{i\bar{i}}^{\text{зад}}$ та швидкість передачі в каналі $V_i \geq V_i^{\text{зад}}$ [1].

Вводимо обмеження [2]: вид коригувального коду – коди Ріда-Соломона; вид маніпуляції – MPSK, або QAM; максимально допустима ймовірність помилкового приймання сигналів $P_{i\bar{i}}^{\text{зад}} = 10^{-3}$.

Етапи реалізації методу вибору оптимальних значень параметрів БЧС:

1. Введення вихідних даних. Вводяться параметри передавача й каналу зв'язку $F = \{f_i\}$, а також значення допустимої величини ймовірності помилкового приймання сигналів $P_{i\bar{i}}^{\text{зад}}$ та мінімально необхідної інформаційної швидкості передавання $V_{i\bar{i}}^{\text{зад}}$.
2. Оцінка частотної характеристики каналу зв'язку. На даному етапі за допомогою передавання тестової послідовності й порівняння її на прийомній стороні оцінюється стан багатопроменевого каналу зв'язку та визначається його частотна характеристика.
3. Оцінка відношень сигнал/завада кожного частотно-часового елементу на вході приймача. На даному етапі за результатами оцінки частотної характеристики каналу здійснюється визначення значень відношень сигнал/завада частотної характеристики каналу здійснюється визначення значень відношень сигнал/завада.
4. Виключення найгірших частотно-часових елементів. Відбувається виключення з БЧС частотно-часових елементів, значення відношення сигнал/шум на яких менше допустимого:

$$Q_i^2 \geq Q_{i\bar{i}}^2$$

У випадку, коли кількість виключених частотно-часових елементів з БЧС $N_{i\bar{i}} \geq \frac{i}{2}$, виключається вся i -та реалізація БЧС.

Виключення з сигнально-кової конструкції частотно-часових елементів з низьким відношенням сигнал/шум зменшує шкідливий вплив частотно-селективних завмирань та навмисних завад на пропускну спроможність і дозволяє перерозподілити потужність передавача між іншими частотно-часовими елементами БЧС.

1. Адаптивний розподіл потужності між частотно-часовими елементами. Формується початковий набір коефіцієнтів кореляції $\{\Gamma_{kl}\}$.
2. Визначення параметрів оптимізаційної задачі. Обчислюються множники Лагранжа λ_l з (18) і після підставлення цих значень в формулу (20), визначаються коефіцієнти $\beta_l^{(k)}$.

3. Визначення граничних значень ефективності частотно-часових елементів. Визначається найгірший частотно-часовий елемент $k_{l-} = \arg \max_{l,k} (\beta_l^{(k)} - \beta_l)$, а також найкращий частотно-часовий елемент $k_{l+} = \arg \min_{l,k} (\beta_l^{(k)} - \beta_l)$ (де $k_{l+} \leq \beta_l$).
4. Перерозподіл значень коефіцієнтів розділення підканалів. Зменшується частка r_{kl} частотно-часового елемента, що займає абонент k_{l-} , на $\frac{1}{(2 \cdot \sqrt{M-0,25})}$ і збільшується частка r_{k_+} , що займає абонент k_{l+} , на цю ж величину. Ітераційна процедура перерозподілу значень коефіцієнтів розділення підканалів повторюється задану кількість разів. Обчислення можуть бути припинені достроково, якщо протягом декількох кроків не відбувається зменшення величини $\max_{l,k} (\beta_l^{(k)} - \beta_l)$.
5. Вибір параметрів сигнально-кової конструкції. У переважній більшості випадків виявляється можливим виділити кілька можливих станів каналу зв'язку. Цим сценаріям у відповідність можуть бути поставлені $N_{СКК}$ різних сигнально-кодових конструкцій, які доцільно вибирати виходячи з параметрів ефективності системи безпроводового доступу при різних рівнях завмирань ББЧС у каналі зв'язку. Раціональні параметри сигнально-кодових конструкцій для різного рівня завмирань сигналу й завад вибираються на етапі проектування. Оптимізація розглянутого варіанта по швидкості при обмеженій середній потужності сигналу на вході каналу зводиться до вибору оптимальної розмірності сигналу (кількості частотно-часових елементів і послідовностей у відповідності), оптимального вибору позиційності маніпуляції кожного частотно-часового елемента й параметрів коригувального коду.
6. Передача групового ББЧС. Після вибору оптимальних сигнально-кодових конструкцій одержуємо структуру, в якій кожен переданий абонентом блок у результаті віртуальних перетворень на передавальному й приймальному боці перетвориться в оптимальну послідовність M частотних каналів із обраним видом внутрішньої маніпуляції кожного такого каналу. При передачі інформації M абонентами, послідовності ББЧС об'єднуються в груповий сигнал, що повністю заповнює частотно-часовий простір виділений системі.

Запропонований метод дозволяє шляхом розв'язання оптимізаційної задачі визначити значення параметрів кодових конструкцій виду ортогональних частотно-часових послідовностей, а

саме: розмірність ансамблю сигналу, вид коригувального коду, код маніпуляції кожного частотно-часового елементу, потужність сигналу та коефіцієнти підсилення частотних каналів.

На відміну від відомих, розроблений метод дозволяє визначити раціональні значення параметрів ортогональних частотно-часових кодових конструкцій шляхом вибору за критерієм максимуму коефіцієнта використання потужності сигналу в умовах частотно-селективних завмирань

Ефект від впровадження методу вибору оптимальних значень параметрів ББЧС полягає в забезпеченні можливості визначення значень параметрів кодових конструкцій виду ортогональних частотно-часових послідовностей, а саме: розмірності ансамблю сигналу, виду коригувального коду, коду маніпуляції кожного частотно-часового елементу, потужності сигналу та коефіцієнтів підсилення частотних каналів

Література

1. Яриловець А.В. Аналіз стану та перспективи розвитку телекомунікаційних мереж / А.В. Яриловець, В.Д. Назарук, С.В. Зайцев // Вісник Черніг. держ. технол. ун-ту. – 2012. – Вип. № 2. – С.60-70.
2. Тузов Г.И. Статистическая теория приёма сложных сигналов / Тузов Г.И. – М.: Советское радио, 1977. – 400 с.

УДК 004.519.217

ПРОБЛЕМИ І СТРУКТУРА ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

¹О.А. Руденко, ²З.М. Руденко

*¹Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка,
Україна*

*²Полтавський нафтовий геологорозвідувальний технікум Полтавського
національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, Україна*

В умовах сьогодення однією з найбільш значущих проблем як для комерційних, так і для критичних застосувань є проблема забезпечення високої надійності комп'ютерних систем, що обслуговуються. Надійність систем визначається безвідмовністю її взаємодіючих компонент, що включають апаратну та програмну складові.

Водночас, поряд із забезпеченням надійності, важливим завданням є її правильна оцінка, оскільки переоцінка пов'язана з ризиками безпеки, недооцінка викликає додаткові фінансові витрати.

Співвідношення понять недооцінка і переоцінка пояснюється відносно реального стану системи. У випадку недооцінки системи проводиться ряд процедур, спрямованих на її поліпшення, хоча, часто,

в цьому немає необхідності, що призводить до часових і фінансових витрат. При переоцінці системи ніякі процедури щодо її поліпшення не проводяться, що призводить до ризиків безпеки.

Оцінка надійності програмного забезпечення здійснюється на основі моделей оцінки надійності програмних засобів. Попри велику різноманітність моделей і різні підходи до їх побудови, основна проблема полягає у знаходженні оптимального балансу між системою припущень і складністю математичного опису параметрів моделей (рис. 1).



Рис.1 Актуальність і структура оцінки надійності програмних засобів

Розв'язання даної проблеми передбачає аналіз системи припущень моделей на предмет можливості усунення деяких з них, що, в свою чергу, приводить до модифікації математичної складової і, як наслідок, зростання складності обчислень.

Найбільш поширеними припущеннями, що ставлять під сумнів адекватність моделей росту надійності програмних засобів є наступні: дефекти постійно коригуються без внесення нових, прояв дефектів рівноймовірний і їх поява не залежить один від одного.

Зняття припущення про неможливість внесення нових дефектів приводить до достатньо складної задачі, розв'язання якої можливе або засобами комплексування вхідних параметрів за допомогою інших моделей, або використанням засобів кореляційного аналізу [1, 2].

Крім того, важливе значення має правильний вибір моделей в контексті можливості їх модифікацій щодо усунених припущень [3, 4].

Література

1. Одарущенко О.Н. Учет вторичных дефектов в моделях надежности программных средств / О.Н. Одарущенко, А.А. Руденко, В.С. Харченко // Математичні машини і системи, 2010. – № 1. – С. 205-217.
2. Руденко А.А. Модели оценки надежности программных средств с учетом недетерминированного числа вторичных дефектов / А.А. Руденко, О.Н. Одарущенко, В.С. Харченко // Радіоелектронні і комп'ютерні системи, 2010. – № 6 (47). – С. 197-203.
3. Харченко В.С. Учет фактора вторичных дефектов при оценке надежности программных средств / В.С. Харченко, А.А. Руденко, О.Н. Одарущенко, Е.Б.

Одарущенко // Научные ведомости Белгородского государственного университета. История. Политология. Экономика. Информатика, 2013 – № 22 (165). Выпуск 28/1 – С. 153-160.

4. Одарущенко О.М. Послідовність оцінювання надійності програмних засобів з урахуванням вторинних дефектів / О.М. Одарущенко, О.А. Руденко // Збірник наукових праць за матеріалами V Всеукраїнського науково-практичного форуму установ НАН України „Проблеми й перспективи розвитку академічної та університетської науки“, 12-14 грудня 2012 року – Полтава: ПолтНТУ, 2012. – С. 130-132.

УДК 004.942

ПОБУДОВА АДАПТИВНИХ МОДЕЛЕЙ ЧАСОВИХ РЯДІВ

В.А. Ситник, Г.І. Столяр

Одеський національний політехнічний університет, Україна

Майже в кожній галузі знання зустрічаються явища, які ефективно моделюються за допомогою часових рядів [1]. Метою аналізу часового ряду є розділення та аналіз детермінованих та стохастичних складових явищ та процесів, побудова прогнозу на декілька часових періодів уперед (побудова прогностичної моделі) і навчання моделі з метою ефективного управління процесом, що породжується часовим рядом. Одним з лідерів у галузі виробництва програмних продуктів для проведення технічних досліджень (у тому числі і часових рядів) є SPSS Statistics [2].

В роботі розглянуто дані про щомісячну (x) продажі (y) деякого товару торгової фірми за 10 років. Побудований графік дозволяє стверджувати, що дані мають яскраво виражену періодичну компоненту, що має назву сезонної, зі спектром частотою в 12 місяців (рис. 1).

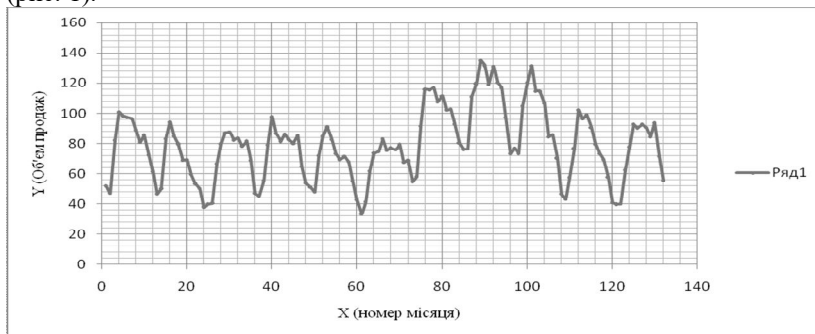


Рис. 1

Оскільки побудова простого лінійного тренду дає коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,049$, який є абсолютно незадовільним, то пошук іншого тренду здійснюємо, виходячи із аналізу максимальних, мінімальних (явно виражених значень) та математичних сподівань кожного року. За коефіцієнтом детермінації найкращими виразниками тренду в програмному середовищі SPSS виявились максимальні значення кожного року (табл. 1).

Таблиця 1. Зведення моделі і оцінки параметрів

Вигляд тренду	Зведення для моделі					Оцінки параметрів			
	R-квадрат	F	ст.св.1	ст.св.2	Знч.	Константа	b1	b2	b3
Кубічний	,638	4,118	3	7	,056	135,856	-37,646	8,287	-4,75

Залишки отриманої моделі, як для автокореляційної (рис. 2), так і для частинної автокореляційної функцій (рис. 3), некорельовані для 95% довірчого інтервалу.

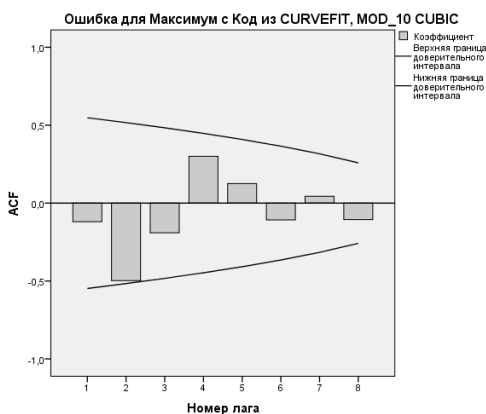


Рис. 2

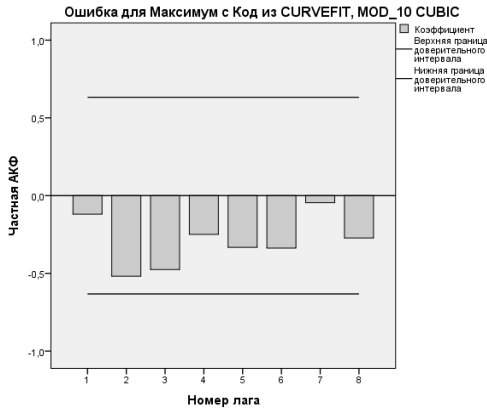
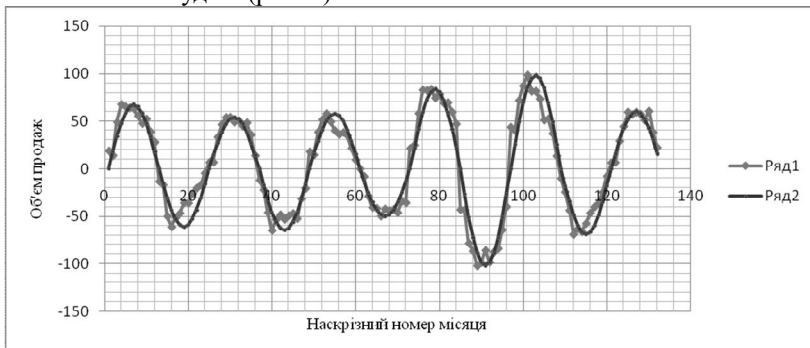


Рис. 3

Після цього виділяється кожен період довжиною в 12 місяців і визначається (за коефіцієнтом детермінації, автокореляцією та частинною кореляцією залишків) модель для нього. Для усіх років тренд з 95% достовірністю визначається поліномом другого порядку зі змінними коефіцієнтами: $L_2(t, x) = a_0(t)x^2 + a_1(t)x + a_2(t)$, де t - номер періоду, x - номер місяця відповідного періоду.

Для навчання отриманої моделі на кожному періоді застосовується метод ковзного вікна [3]. Навчання нев'язок ε_i ($i = \overline{1,3}$) оцінок $a_i^*(t)$ коефіцієнтів $a_i(t)$ ($i = \overline{1,3}$) для кожного періоду відбувається із застосуванням нейронних мереж [4].

Оптимізація адаптивної моделі з використанням багатошарового перцептрона із сигмоїдальними нейронами показали її високу стійкість (в межах 90%) на контрольних вибірках. Особливо з відтворенням візуалізації емпіричних та теоретичних даних у вигляді спектра із змінною амплітудою (рис. 4).



Література

1. Кендалл М.Дж., Стьюарт А. Многомерный статистический анализ и временные ряды. - М.: Наука, 1976. – 736 с.
2. Бююль Ефим, Ефель Петер. SPSS: искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей. - СПб.: ООО «Диасофт»», 2005. - 608 с.
3. Конспект лекцій «Ймовірнісні процеси» для студентів спеціальності 8.050101 – Інформаційні управляючі системи та технології/ Укладачі: В.А. Ситник, Г.І Столяр, Є.С Тихонов - Одеса: ОНПУ, 2014. – 160 с.
4. Паклин Н.Б., Орешков В.И. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям. Учебное пособие. 2-е изд., испр. – СПб.: Питер, 2013. – 704 с.: ил.

УДК 519.2:530.1:600.1

ФЕНОМЕН СТАТИСТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ

И.И. Горбань

Институт проблем математических машин и систем, Украина

Введение. Одним из удивительных физических феноменов является статистическая устойчивость массовых явлений, проявляющаяся в стабильности статистик. На этот феномен впервые обратил внимание торговец сукном Дж. Граунт в 1669 г. Его изучение привело к построению теории вероятностей, которая была аксиоматизирована А.Н. Колмогоровым в конце двадцатых годов XX века.

Хотя предложенный А.Н. Колмогоровым аксиоматический подход базируется исключительно на абстрактных математических понятиях и фактически игнорирует феномен статистической устойчивости, однако, физические корни теории вероятностей играют первостепенную роль во всех физических, технических, социологических и других дисциплинах, где эта теория нашла широкое применение.

Современная теория вероятностей (включающая в широкое понимание и математическую статистику) описывает массовые явления с помощью случайных (вероятностно-случайных или, иначе, стохастических) математических моделей, характеризуемых вероятностной мерой, опираясь (зачастую неявно) на физическую гипотезу идеальной статистической устойчивости, предполагающей наличие сходимости частоты реальных событий и средних значений физических величин.

Многие годы гипотеза идеальной статистической устойчивости не вызывала сомнений. Однако, последние экспериментальные исследования различных физических величин и процессов на больших интервалах наблюдения показали, что она не находит экспериментального подтверждения.

На относительно небольших временных, пространственных или пространственно-временных интервалах наблюдения увеличение объема данных приводит к уменьшению уровня флуктуаций статистик. Однако при больших объемах эта тенденция не прослеживается: достигнув определенного значения, уровень флуктуаций практически не меняется или возрастает. Это указывает на отсутствие сходимости реальных статистик (их несостоятельность).

Исследования нарушений статистической устойчивости физических явлений и разработка эффективных средств адекватного описания мира с учетом таких нарушений привели к построению новой *физико-математической теории — теории гиперслучайных явлений* [1, 2].

В теории вероятностей базовыми математическими объектами (моделями) являются случайные событие, величина и функция; в теории гиперслучайных явлений в таком качестве выступают гиперслучайные событие, величина и функция, представляющие собой множества несвязанных между собой случайных событий, величин и функций, рассматриваемые как единое целое.

Математическая составляющая теории гиперслучайных явлений базируется на классических аксиомах теории вероятностей А.Н. Колмогорова, физическая — на гиперслучайных физических гипотезах: гипотезе ограниченной статистической устойчивости реальных событий, величин, процессов и полей и на гипотезе адекватного описания этих физических явлений гиперслучайными моделями.

С точки зрения математики теория гиперслучайных явлений — ветвь теории вероятностей; с точки зрения физики — новая теория, основанная на новых представлениях об окружающем мире.

Целью настоящего доклада является *презентация новой монографии* [3], посвященной исследованию нарушений статистической устойчивости реальных физических явлений и описанию реальных событий, величин, процессов и полей с помощью гиперслучайных моделей.

В новой монографии, в отличие от предыдущих книг [1, 2], основное внимание уделено физической стороне вопроса.

Краткое описание монографии. Книга состоит из пяти частей, объединяющих 33 главы. Первая, вводная, часть монографии, включающая главы 1–8, посвящена описанию физического феномена

статистической устойчивости, анализу его свойств и их учету в рамках известных теорий.

Акцентируется внимание на том, что феномен статистической устойчивости реальных физических явлений носит ограниченный характер, проявляющийся в отсутствии тенденции сходимости средних величин. Поэтому *понятие вероятности, определяемое в статистике как предел частоты событий, не имеет физического смысла.*

Проанализированы разные концептуальные взгляды на устройство мира с позиций детерминизма и неопределенности. Проведено сопоставление варианта описания физических явлений без учета нарушений статистической устойчивости, широко используемого в теории вероятностей, с альтернативным вариантом описания реальных явлений с учетом нарушений статистической устойчивости, предлагаемого теорией гиперслучайных явлений.

Формализовано понятие статистической устойчивости процессов, введены параметры статистической неустойчивости и единицы их измерения, описана методика оценки степени нарушения устойчивости на интервалах конечной длительности, установлены зависимости нарушений статистической устойчивости процессов от особенностей их временных и спектральных характеристик.

Во второй части книги (главы 9–13) представлены результаты экспериментальных исследований на больших интервалах наблюдения статистической устойчивости разнообразных процессов разной физической природы.

Исследованы, в частности, колебания напряжения городской сети, высоты морских волн и периода их следования, температуры и скорости звука в океане, интенсивности излучения астрофизических объектов, температуры воздуха и количества осадков, магнитного поля Земли, курса валют и др.

Итогом этих исследований является установление факта ограниченной статистической устойчивости рассмотренных процессов. Несмотря на разную физическую природу, все они имеют ограниченный интервал статистической устойчивости. Эти результаты позволяют предположить, что *нарушение статистической устойчивости носит всеобщий характер* или, иначе, *феномен статистической устойчивости носит ограниченный характер.*

Третья часть книги (главы 14–21) посвящена краткому изложению основных положений математической части теории гиперслучайных явлений. В отличие от стохастических моделей, характеризующихся исключительно конкретными параметрами и характеристиками, в гиперслучайных моделях присутствуют элементы неопределенности, ассоциируемые с непредсказуемо меняющимися условиями.

Описание гиперслучайных явлений (гиперслучайных событий, величин и функций) обеспечивается разными средствами. Наиболее полное описание гиперслучайного явления дает многозначная функция распределения, представляемая множеством функций распределения, соответствующих разным условиям, менее полное – границы многозначной функции распределения, моменты этих границ, границы моментов, а также другие параметры и характеристики.

Четвертая часть (главы 22–25) посвящена построению на базе математического аппарата теории гиперслучайных явлений *основ математического анализа расходящихся и многозначных функций*. Известные для непрерывных однозначных функций понятия классического математического анализа, такие как предел, непрерывность, производная и интеграл, обобщены на случаи расходящихся и многозначных функций.

Пятая часть (главы 26–33) содержит теоретические и экспериментальные исследования статистических закономерностей при нарушениях статистической устойчивости.

Установлено, что при нарушении статистической устойчивости, как ни странно может показаться, действует закон больших чисел и справедлива центральная предельная теорема, хотя смысл их оказывается не таким, как в случае идеальной статистической устойчивости.

Особое внимание уделено выяснению причин ограниченной точности реальных измерений и потенциальной точности реальных измерений, а также причин возникновения нарушений статистической устойчивости.

Предложен подход, позволяющий распространить понятие шенноновской энтропии и другие понятия, использующие вероятностные характеристики, на неопределенные величины, не имеющие вероятностной меры.

Выводы:

1. Представлена новая монография, посвященная исследованию нарушений статистической устойчивости физических явлений и описанию реальных событий, величин, процессов и полей с помощью гиперслучайных моделей.

2. Выяснено, что вероятность – математическое понятие, не имеющее физической интерпретации.

3. Установлено, что при нарушении статистической устойчивости действует закон больших чисел и справедлива центральная предельная теорема, хотя смысл их оказывается не таким, как в случае идеальной статистической устойчивости.

4. На базе математического аппарата теории гиперслучайных явлений разработаны основы математического анализа расходящихся и многозначных функций.

Литература

1. Горбань И.И. Теория гиперслучайных явлений [Электронный ресурс] / Горбань И.И. – К.: ИПММС НАН Украины, 2007. – 184 с. – Режим доступа: http://www.immsp.kiev.ua/perspages/gorban_i_i/index.html.
2. Горбань И.И. Теория гиперслучайных явлений: физические и математические основы [Электронный ресурс] / Горбань И.И. – К.: Наукова думка, 2011. – 318 с. – Режим доступа: http://www.immsp.kiev.ua/perspages/gorban_i_i/index.html.
3. Горбань И.И. Феномен статистической устойчивости – К.: Наукова думка, 2014. – 444 с.

УДК 510.22

АЛГОРИТМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАЗБИЕНИЯ МНОЖЕСТВА

Д. А. Ковальова, К. В. Артеменко
НТУУ «КПИ», Украина

В данной работе предлагается эвристический алгоритм для решения задачи разбиения множества. Задача разбиения множества относится к классу NP и гарантировано получить ее оптимальное решение можно лишь с помощью полного перебора, который требует экспоненциального времени работы.

Имеется множество целочисленных положительных элементов $A = \{a_1 \dots a_n\}$. Весом множества A будем называть величину $\gamma = \sum_{a_j \in A} a_j$. Необходимо разбить множество A на m

подмножеств $A_1, A_2 \dots A_m$ таких, что $A_{i_1} \cap A_{i_2} = \emptyset, i_1 \neq i_2$ и $\bigcup_{i=1}^m A_i = A$, чтобы сумма попарных разниц между весами $\gamma_i = \sum_{a_j \in A_i} a_j$ всех подмножеств A_i стремилась к минимуму,

т.е. $\sum_{i=1}^{m-1} \sum_{k=i+1}^m |\gamma_i - \gamma_k| \rightarrow \min$.

Алгоритм для задачи разбиения множества. В работе предложен алгоритм решения данной задачи, который применим ко всем вышеперечисленным задачам (с внесением определенных модификаций). Алгоритм полный, так как находит решение всегда, но не оптимальный. Предоставим описание алгоритма.

Вначале введем используемые в нем обозначения: A – входное множество чисел, n – количество элементов множества A , m – количество подмножеств A_i , на которое будет разбито множество A , γ – вес множества A , n_i – количество элементов в подмножестве A_i , β – идеальный вес каждого из m подмножеств: $\beta = \gamma : m$, $\gamma_i, i = \overline{1, m}$, – вес подмножеств A_i , Δ_i – величина отклонения веса подмножества от идеального веса: $\Delta_i = \gamma_i - \beta, i = \overline{1, m}$.

Схема алгоритма:

1. Упорядочить элементы множества A по возрастанию.
2. Определить вес множества A : $\gamma = \sum_{a_j \in A} a_j$.
3. Определить идеальный вес β для каждого из m подмножеств: $\beta = \gamma : m$.
4. Определить предварительное количество элементов в каждом подмножестве $A_i, i = \overline{1, m}$: $n_i = \left\lfloor \frac{n}{m} \right\rfloor$.
5. Разбить множество A на m подмножеств $A_i, i = \overline{1, m}$, по n_i элементов в каждом.
6. Произвести проверку на количество элементов в каждом подмножестве. Если в некотором подмножестве остается один элемент, то это подмножество исключить из обработки. После чего пересчитать β для $m = m - 1$ количества подмножеств.

Перейти на п. 7

7. Определить вес каждого подмножества $A_i, i = \overline{1, m}$: $\gamma_i = \sum_{a_j \in A_i} a_j$.
8. Определить подмножество A_k с максимальным весом: $\gamma_k = \max_i \gamma_i$
(k – индекс множества, которому соответствует подмножество с максимальным весом)
9. Для подмножества A_k определить: $\Delta_k = \gamma_k - \beta$.
10. ЕСЛИ среди элементов подмножества A_k есть такой элемент a_i , что: $a_i \leq \Delta_k$

ТО

Определить подмножество $A_j, j \neq k$ с минимальным весом $\gamma_j = \min_i \gamma_i$ (j – индекс множества, которому соответствует подмножество с минимальным весом) и перенести элемент a_i в подмножество A_j .

ИНАЧЕ

- a. Определить минимальный элемент $a_p = \min a_i$ в подмножестве A_k .
 - b. Определить подмножество $A_j, j \neq k$ с минимальным весом $\gamma_j = \min_i \gamma_i$.
 - c. Определить во множестве A_j такой элемент a_q такой, для которого разность $a_p - a_q$ максимально близка к разности $|\Delta_k - \Delta_j|$
 - d. Поменять элементы a_p и a_q местами.
11. Если в некотором подмножестве остается один элемент, то это подмножество исключить из обработки. После чего пересчитать β для $m = m - 1$ количества подмножеств. Перейти на п. 7.
12. Остановить алгоритм при выполнении условия останова.

Условия останова могут быть:

- количество итераций превышает заданное число;
- будет достигнуто «идеальное» решение, т.е. веса подмножеств $A_i, i = \overline{1, m}$ равны эталонному весу β ;
- на протяжении заданного количества итераций величина

$$\sum_{i=1}^{m-1} \sum_{k=i+1}^m |\gamma_i - \gamma_k| \text{ не изменяется.}$$

При разработке алгоритма решения данной задачи, были рассмотрены такие критерии останова:

- Ограничение на количество итераций. Данный критерий подразумевает «жесткое» ограничение работы алгоритмы количеством возможных итераций.
- Ограничение на количество итераций и ошибку. Этот критерий повторяет вышеописанный, при этом добавляется возможность регулировать допустимую разницы между весами полученных множеств.
- Остановка при «повторах». Существует точка, после прохождения которой, алгоритм начинает повторять перестановки. При этом такой процесс можно отследить. Критерий останова заключается в задании максимально возможного количества таких повторов.

Генерация индивидуальных задач и эксперименты. Для проведения экспериментов был разработан генератор индивидуальных задач. Генератор позволяет задать количество генерируемых задач, диапазон в котором находится оптимальное решение, а также количество подмножеств, на которые нужно разбить задачу. Алгоритм был реализован на языке C# и протестирован. Экспериментальные данные были получены в ходе решения задачи разбиения на два подмножества. При этом веса элементов менялись в диапазоне от 1 до 100. На рисунке 1 изображен процент индивидуальных задач, для которых было найдено оптимальное решение в зависимости от мощности входного множества. Каждый столбец соответствует результатам решения 500 задач соответствующей размерности.



Рис. 1. Зависимость количества найденных оптимальных решений от мощности входного множества

Выводы. К достоинствам алгоритма можно отнести следующее: алгоритм полный; он быстро обрабатывает большие объемы данных (так задача о разбиении множества из 10 000 элементов на 2 подмножества решается в пределах 16 секунд на процессоре Intel core i5 2410M (2.3 ГГц)); имеет высокий процент ($\approx 77\%$) получения оптимального решения. К недостаткам алгоритма относятся: он не оптимальный; его эффективность зависит от условия останова и диапазона значений элементов множества.

Литература

1. Статья NP-полная задача // Википедия. URL: [http://ru.wikipedia.org/wiki/NP-полная задача](http://ru.wikipedia.org/wiki/NP-полная_задача)
2. Hayes B. The Easiest Hard Problem // American Scientist, 2002. URL: <https://www.americanscientist.org/issues/pub/the-easiest-hard-problem>
3. Michael R. Garey, David S. Johnson Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness, 1979. — 96-105, 224 с.

4 .Silvano M., Paolo T. Knapsack problems: Algorithms and computer interpretations. Wiley-Interscience, 1990. —105–136 с.

УДК 004.519.217

НОВА ВЕРСІЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ «РЕЙТИНГ» МОНІТОРИНГУ ДІЯЛЬНОСТІ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ УКРАЇНИ

О.Л. Ляхов, С.В. Вірбовкін, С.О.Захаров, Н.А. Фурсова

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка,
Україна*

У сучасних умовах розвитку Україна визначила нову стратегію реформування освіти, яка спрямована на забезпечення державних гарантій рівного доступу до якісної освіти на різних етапах навчання й організацію наукового аналітичного супроводження всіх управлінських рішень. Цим обумовлена необхідність запровадження механізмів оцінки якості освіти, створення широкої інформаційної основи для прийняття управлінських рішень та прогнозування розвитку освітньої системи, виявлення факторів впливу на якість освіти, надання широких можливостей споживачам освітніх послуг та громадськості в отриманні інформації про стан розвитку освіти, що в свою чергу сприятиме забезпеченню державних гарантій рівного доступу до якісної освіти та формуванню системи державно-громадського управління освітньою галуззю.

У зв'язку з цим виникає нагальна потреба у створенні системи аналізу та оцінювання процесів і явищ, які відбуваються у «внутрішньому» середовищі навчальних закладів, усіма групами споживачів освітніх послуг і результатів діяльності системи освіти країни. У відповідності з цими потребами створена національна автоматизована інформаційна система моніторингу діяльності навчальних закладів України (АІС «Рейтинг»), що забезпечує повну й адекватну інформацію про діяльність навчальних закладів та стан освітнього процесу в масштабах усієї держави, регіонів і окремих навчальних закладів, її експлуатація позитивно оцінена на державному рівні та прийняте рішення про подальший розвиток системи.

Разом з цим встановлені певні недоліки, причиною яких є наступне:

1. Використана інформаційна модель не достатньо повно відображає множину системоутворюючих зв'язків у такому складному об'єкті як навчальний заклад.

2. Вагові коефіцієнти та їх значення, закладені у модель, визначені експертами виходячи з їх суб'єктивних уявлень про функціонування навчального закладу, про об'єкти «заклад-лідер», «заклад-аутсайдер»

тощо, а також про характер та силу впливу факторів на зміну станів цих об'єктів.

Наступним етапом на виконання програми «Заможне суспільство, конкурентоспроможна економіка, ефективна держава» (Указ Президента України від 27 квітня 2011 року № 504) Державною інспекцією навчальних закладів (ДІНЗ) України розроблений план дій на 2013-2014 роки, що передбачає створення нової версії АІС «Рейтинг» [1].

Нова версія має за мету подальше розширення функціоналу АІС «Рейтинг», а саме - проектування, розроблення й впровадження нових модулів інтелектуальної автоматизованої інформаційної системи, яка здійснюватиме моніторинг на основі інформаційної рейтингової моделі й надаватиме інформацію про широкий спектр діяльності загальноосвітніх навчальних закладів України, таких як: «Громадська думка», «Генератор звітів», «Формування друкованих звітів», «Розсилка поточної інформації», «Регіональний компонент», «Оперативне оповіщення» [2].

Створення нової складової АІС «Рейтинг» - модуля «Громадська думка» - надає можливість користувачу безпосередньо на сайті виставляти власні оцінки окремій конкретній школі по декільком групам показників, які включають до себе такі фактори як рівень матеріально – технічного забезпечення закладу, інформаційне забезпечення, фаховий рівень педагогічного складу закладу. Оцінка знаходиться в інтервалі 1-10 балів. Ця незалежна оцінка може бути врахована в обчисленні кінцевого рейтингу закладу. Розробка модулю АІС «Рейтинг» «Генератор звітів» для районного рівня адміністрування і ДІНЗ надає можливість отримання керуючими відомствами більш конкретної інформації в межах їх компетенції (наприклад, на рівні району виконавчій адміністратор отримує всі дані щодо підпорядкованих йому закладів). Створення та впровадження нового модулю АІС «Рейтинг» «Формування друкованих звітів» по створенню друкованих версій згідно затверджених державних зразків звітної документації надає можливість отримати в режимі реального часу звітну документацію. Новий модуль АІС «Рейтинг» «Розсилка поточної інформації» по реалізації функції розсилки актуальних даних щодо рейтингу закладів конкретного регіону робить всю АІС «Рейтинг» більш наближеною до кожного фахівця галузі та незалежного користувача системи. Розробка та впровадження нового модулю АІС «Рейтинг» «Регіональний компонент» надає можливість регіональним органам влади налаштовувати систему під особливості кожного регіону. Створення нового модулю АІС «Рейтинг» «Оперативне оповіщення» надає можливість негайного оповіщення з боку ДІНЗ всіх навчальних закладів та органів керування освітою

будь-якого адміністративного рівня з можливістю окремого розподілення оповіщень по різних категоріях навчальних закладів.

Нова версія автоматизованої інформаційної системи моніторингу діяльності загальноосвітніх навчальних закладів України АІС «Рейтинг» інтегрована до Єдиної державної електронної бази з питань освіти (ЄДЕБО) з підключенням місцевих органів управління освітою [3].

Упровадження результатів нової версії у роботу Державної інспекції навчальних закладів забезпечить якісно новий рівень функціонування системи освіти України завдяки автоматизації процесу оцінки діяльності і підготовки інформації для прийняття керівними установами управлінських рішень і для встановлення для них зворотного зв'язку із споживачами освітніх послуг і суспільством.

Література

1. Програми економічних реформ на 2010-2014 роки «Заможне суспільство, конкурентоспроможна економіка, ефективна держава» (Указ Президента України від 27.04.2011 р. за № 504 (504/2011, Наказ МОНМС від 22.11.2011 р. за №1343)
2. Технічне завдання на прикладну науково-дослідницьку роботу «Нова версія автоматизованої інформаційної системи «Рейтинг» моніторингу діяльності навчальних закладів України», номер державної реєстрації 0113U000384
3. Наказ Міністерства освіти і науки № 33 від 14.01.2014 р. «Про дослідну експлуатацію автоматизованої інформаційної системи моніторингу діяльності загальноосвітніх навчальних закладів України «Рейтинг» та підготовку до запровадження рейтингового оцінювання за результатами внутрішнього моніторингу діяльності загальноосвітніх навчальних закладів - К., 2014.

УДК 681.3.06

АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ЦІЛЬОВОЇ ФУНКЦІЇ В ЗАДАЧІ СКЛАДАННЯ РОЗКЛАДУ ЗАНЯТЬ У ВНЗ

В.Є. Снитюк, О.М. Сіпко

*Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, Україна;
Черкаський державний технологічний університет, Україна*

Задача складання розкладів викликає значний інтерес серед науковців, які працюють в університетах. Оскільки вони особисто зацікавлені в її розв'язанні та їх кількість є порівняно значною, то розроблена потужна множина відповідних моделей і методів. Різноманітність моделей і методів свідчить про багатогранність та

багатофакторність розв'язання задачі складання розкладів і перспективність наукового пошуку у цьому напрямку.

Аналізуючи роботи з теорії та практики формування розкладів занять, зауважимо, що результати, які в них наведені, мають в своїй основі лінійну та мережну модель [1], метод розфарбування гіпервершин гіперграфа [2], врахування складності дисциплін та втомлюваності студентів [3], мультиагентний підхід [4], композицію діалогового та системного підходів [5], евристичний алгоритм для надлишкових даних [6], впорядкування елементів розкладу на основі гнучких пріоритетів [7], математичну модель з урахуванням плаваючої форми роботи організації [8].

Така різноманітність моделей і методів свідчить про багатогранність та багатофакторність розв'язання задачі складання розкладів і перспективність наукового пошуку у цьому напрямку.

На відміну від досліджень, які проводились раніше, пропонуємо вважати критеріальною функцією визначення оптимальності розкладу його відповідність запитам студентів і викладачів. Оскільки у такому випадку присутні суб'єктивні оцінки в композиції з об'єктивними даними, та формування такої функції є слабко структурованою задачею. Здійснимо її формалізацію.

Нехай, $R = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$ – скінченна множина можливих розкладів. Її скінченність гарантована скінченністю множини навчальних дисциплін $P = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$, сукупності викладачів $L = \{l_1, l_2, \dots, l_k\}$ та навчальних аудиторій $A = \{a_1, a_2, \dots, a_v\}$. Задача формування оптимального розкладу з урахуванням вищенаведеного полягає у знаходженні

$$\max_{r \in R} F(r), \quad (1)$$

$$r = \Omega(P, S, L, A) \in R, \quad (2)$$

де Ω – сукупність обмежень, які визначаються наявністю і спеціалізацією аудиторій, розподілом викладачів по дисциплінах, дисциплін по аудиторіях тощо. Виходячи з інтересів двох основних суб'єктних множин навчального процесу – студентів і викладачів, цільову функцію F вважатимемо векторною і представлятимемо як $F = (F_S, F_L)$, де F_S – цільова функція студентів, F_L – цільова функція викладачів.

Тоді задача (1)-(2) трансформується в таку:

$$\max_{r \in R} F_S(r), \max_{r \in R} F_L(r), r \in \Omega(P, S, L, A). \quad (3)$$

Згідно з теорією прийняття рішень, найчастіше задачу (3) розв'язують, використовуючи метод головного критерію, максимінний метод і метод адитивної згортки. У відповідності до методу головного критерію потрібно з множини критеріїв визначити основний, знайти

його оптимум за умови, що значення інших критеріїв будуть не меншими деяких констант. Тоді задача (3) набуде виду:

$$\max_{r \in R} F_S(r), \quad F_L(r) \geq d_L, \quad r \in \Omega(P, S, L, A), \quad (4)$$

де d_L – константа, значення якої залежить від розмірності задачі, даних і встановлюється особою, що приймає рішення.

За іншим, максимінним критерієм, необхідно знайти такий критерій оптимальності, який має найменші значення на підмножині розкладів Ω_1 , що задовольняють умову (2), а далі серед розкладів $r \in \Omega_1$ знайти такий, якому відповідає максимальне значення іншого критерію. Задача (3) запишеться так:

$$\max_{r \in \Omega_1} \min_{i \in \{S, L\}} F_i(r), \quad \Omega_1 \subset \Omega. \quad (5)$$

Максимінний критерій дозволяє здійснити й іншу інтерпретацію. Зокрема, можна знайти підмножину розкладів, які є допустимими та яким відповідає мінімальне значення одного з критеріїв, і на цій підмножині знайти розклад, який є оптимальним за іншим критерієм. Задача (3) тоді буде такою:

$$r^* = \arg \min_{r \in \Omega} F_S(r) \in \Omega_1, \quad r^* = \max_{r \in \Omega} F_L(r) \quad (6)$$

або

$$r^* = \arg \min_{r \in \Omega} F_L(r) \in \Omega_1, \quad r^* = \max_{r \in \Omega} F_S(r) \quad (7)$$

Очевидно, що розв'язуючи задачі (6)-(7), орієнтовані на «найгірший» випадок і визначають гарантовану нижню оцінку для F_S або F_L . Максимінний критерій у порівнянні з методом головного критерію є більш детермінованим.

Третій критерій, який може бути використаний для розв'язання задачі складання розкладів, записується у вигляді адитивної згортки

$$\alpha_S F_S(r) + \alpha_L F_L(r) \rightarrow \max, \quad r \in \Omega(P, S, L, A). \quad (8)$$

Вагові коефіцієнти α_S і α_L визначають вплив компонента цільової функції на загальний результат. Встановлення значень коефіцієнтів є емпіричною процедурою. Її формалізація може здійснюватись різними способами. Наведемо один з них. Вважаючи студента домінуючим суб'єктом у вищому навчальному закладі (ВНЗ), апіорі раціонально встановити $\alpha_S = 0,6$, $\alpha_L = 0,4$. При подальшій корекції використати таке правило: якщо відношення кількості студентів до кількості викладачів відповідає нормативному значенню, то значення коефіцієнтів не змінюються, якщо реальне відношення відрізняється від нормативного, то α_S і α_L потрібно коригувати.

Позначимо N_S – кількість студентів у ВНЗ, N_L – кількість викладачів, Nom – номінальне значення відношення кількості студентів до кількості викладачів, визначене керівною інстанцією. Тоді, якщо виконується нерівність

$$\frac{1}{2} Nom \leq \frac{N_S}{N_L} \leq Nom, \text{ то } \alpha_S = 0,6 - \frac{1}{2} Nom \left(\frac{N_S}{N_L} - \frac{1}{2} Nom \right) \cdot 0,4, \quad (9)$$

в іншому випадку, якщо

$$Nom \leq \frac{N_S}{N_L} \leq \frac{3}{2} Nom, \text{ то } \alpha_S = 0,6 + \frac{1}{2} Nom \left(\frac{N_S}{N_L} - Nom \right) \cdot 0,3. \quad (10)$$

Одержуючи вирази (9) і (10), припускаємо, що реальне співвідношення між кількістю студентів та кількістю викладачів

$$\frac{N_S}{N_L} \in \left[\frac{1}{2} Nom, \frac{3}{2} Nom \right]$$

Так, якщо нормативне значення відношення $\frac{N_S}{N_L} = 10$, то вважатимемо, що на практиці $\frac{N_S}{N_L} \in [5,15]$, і це відповідає дійсному стану речей. При $\frac{N_S}{N_L} > Nom$, очевидно, що кількість студентів є порівняно більшою і їх пріоритет у цільовій функції має збільшуватись. Тому, у цьому випадку $\alpha_S \in [0,6;0,9]$, а $\alpha_L \in [0,1;0,4]$. У протилежному випадку, при $\frac{N_S}{N_L} < Nom$, вважатимемо, що $\alpha_S \in [0,2;0,6]$ і $\alpha_L \in [0,4;0,8]$. Таким чином, використання виразів (9)-(10) дозволить адекватно реагувати на динаміку контингенту викладачів і студентів.

Аналітичний огляд попередніх робіт свідчить про домінування механістичного підходу до формування розкладу занять у вищих навчальних закладах. Інтереси студентів та викладачів у цьому процесі, в основному, залишаються поза увагою. Саме тому, найчастіше, як у ручному режимі, так і при автоматичному формуванні розкладу одержують низькоефективні його варіанти, які, у кращому випадку, можна було б вважати опорними розв'язками. Ми пропонуємо використовувати методи теорії прийняття рішень, які призначені для вибору найкращих альтернатив на основі зведення багатокритеріальних оптимізаційних задач до однокритеріальних.

Література

1. Ускач А.Ф., Гогунский В.Д., Яковенко А.Е. Модели задачи распределения в теории расписания / Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. – 2006. – №2 (18). – С. 98-104.

2. Деканова М.В. Математическая модель и алгоритм построения расписания учебных занятий университета / Вестник Полоцкого государственного университета. Серия С. – 2013. – № 12. – С. 24-33.
3. Верёвкин В.И., Исмагилова О.М., Атавин Т.А. Автоматизированное составление расписания учебных занятий вуза с учётом трудности дисциплин и утомляемости студентов / Доклады ТУСУР. – 2009. – №1 (19), часть 1. – С. 221-225.
4. Бабкина Т.С. Задача составления расписаний: решение на основе многоагентного подхода / Бизнес-информатика. – 2008. – №1. – С.23-28.
5. Семенов С.П., Татаринцев Я.Б. Сравнительный анализ подходов к автоматизации составления расписаний учебных занятий в образовательных учреждениях / Известия Алтайского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. – 2010. – С.103.
6. Фураева И.И. Математическая модель расписания учебных занятий при избыточных данных / Научный журнал «Фундаментальные исследования». – 2009. – № 3. – С. 238-239.
7. Воронин И.В. Модели и методы решения задачи автоматизированного составления расписаний с интеллектуальной поддержкой принятия решений : Автореф. дисс. ... канд. техн. наук 05.13.01 . – СПб. – 2008. – 20 с.
8. Маслов М.Г. Разработка моделей и алгоритмов составления расписаний в системах административно-организационного управления / Автореф. дисс. ... канд. техн. наук 05.13.18 . – М. – 2004. – 22 с.

УДК 519.85

УМОВНА ОПТИМІЗАЦІЯ ЛІНІЙНОЇ ФУНКЦІЇ НА КОНФІГУРАЦІЇ СПОЛУЧЕНЬ

А.М. Нагірна

*Український державний університет фінансів та міжнародної торгівлі,
Україна*

Математичні графові моделі широко використовуються в якості формальних моделей реальних систем. Графи застосовуються практично в усіх галузях наукових знань. Найбільш популярними є теоретико-графові моделі при дослідженні комунікаційних мереж, систем інформатики, хімічних і генетичних структур, електричних мереж і інших систем мережних структур [1].

Актуальним є представлення многогранників відповідних комбінаторних структур у вигляді графів для подальшого використання їх структурних властивостей при розв'язанні оптимізаційних комбінаторних задач [2].

Розглянемо задачу комбінаторної оптимізації у якій задана цільова функція $F(x) : X \rightarrow R$, допустима комбінаторна множина $X = \{x\}$, та додаткові лінійні обмеження, які утворюють опуклу многогранну множину $D \subset R^n$ наступного вигляду: $D = \{x \in R^n \mid Gx \leq d\}$, де

$G \in R^{m \times n}$, $d \in R^m$. Запишемо лінійні обмеження у вигляді нерівностей:

$$Gx = \sum_{j=1}^n g_{ij}x_j \geq d_i, \quad i \in N_m, \quad j \in N_n. \quad (1)$$

Необхідно знайти альтернативу, $x^0 \in X$, на якій цільова функція приймає екстремальне значення $f(x^0) = \text{extr}f(X)$, $\text{extr} \in \{\min, \max\}$.

Нехай допустима комбінаторна множина буде визначатися як конфігурація сполучень, елементи якої можна зобразити у вигляді неорієнтованого графу, що не має циклів, де кожна пара вершин з'єднана простим шляхом – ланцюгом. Дерево можна орієнтувати, вибравши для цього довільну вершину – корінь, і ребрам приписати таку орієнтацію, щоб кожна вершина з'єднувалась з коренем одним простим ланцюгом, тоді елементи конфігурації сполучень будуть розміщені у вигляді орієнтованого дерева, де піддерево визначається початковим елементом в вершині [3]. При розв'язуванні оптимізаційних задач на множині сполучень не має значення порядок розміщення елементів, а лише їх вибір з вихідної множини $A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$, в якій елементи впорядковані за зростанням $a_1 \leq a_2 \leq \dots \leq a_n$, тому екстремальне значення функції завжди можна визначити. Причому, між вершинами в кожному з піддерев існує гамільтонів шлях. В задачах на множині сполучень необхідно оперувати з симетричними функціями типу $\alpha x_1 x_2 + \alpha x_2 x_3 + \dots + \alpha x_{n-1} x_n$, отже немає потреби в нормалізації функції.

Загальна схема алгоритму за методом направленою структурування для екстремальних задач на сполученнях полягає в наступному: вибирається базова множина сполучень M за допомогою вихідної перестановки u . Потім для кожної i -ої обмежуючої функції g_i виконується наступні операції: визначаємо для кожної обмежуючої функції дерево $G(A_n)$, що має стандартний вигляд отримуючи індивідуальну множину сполучень M_i ; розв'язуючи задачу локалізації для $h_i, i \in N_m$, отримуємо допустиму множину сполучень для g_i ; за допомогою перестановки u_i^{-1} визначаємо ту ж множину в базовій множині сполучень M ; знаходимо на цій множині екстремум функції g_i ; після всіх цих операцій відносно кожної обмежуючої функції знаходимо розв'язок

задачі як $\min\{extr g_j\}$; за допомогою перестановки u^{-1} знаходимо розв'язок задачі в початковій множині сполучень M_0 [4].

Напрямок подальшого дослідження буде полягати у розгляді ряду обчислювальних прикладів на комбінаторній множині сполучень із застосуванням програмної реалізації алгоритму, виявленні структурних властивостей інших комбінаторних конфігурацій та подальшої їх адаптації на графах з метою знаходження нових алгоритмів та методів розв'язання складних задач комбінаторної оптимізації.

Література

1. Емеличев В.А., Ковалев М.М., Кравцов М.К. Многогранники, графы, оптимизация. М.: Наука, 1981. – 344 с.
2. Донец Г. А. Колечкина Л.Н. Алгоритм поиска значений линейной функции на лексикографически упорядоченных перестановках // Теорія оптимальних рішень, 2009 – № 8. – С. 3–8.
3. Донец Г. А. Колечкина Л.Н. Об одном подходе к решению комбинаторной задачи оптимизации на графах // Управляющие системы и машины, 2009. – № 4. – С. 36–42.
4. Донец Г. А. Колечкина Л.Н. Построение гамильтонова пути в графах перестановочных многогранников // Кибернетика и системный анализ, 2010. – № 1. – С. 10-16.

УДК 004.896

ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБУ РЕАЛІЗАЦІЇ ОБРАХУВАННЯ РІВНОВАГИ НЕША У ЗАДАЧІ ФОРМУВАННЯ ПОВЕДІНКОВОЇ СТРАТЕГІЇ ДЛЯ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ

Д.С. Приходько¹, А.В. Ярмілко²

¹*Інститут проблем математичних машин та систем НАН України*

²*Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, Україна*

Виходячи з результатів дослідження ігрового методу формування ефективних поведінкових стратегій для виробничих систем [1] та спираючись на наукові розробки Ignacio Palacios-Heurta [2] в галузі теорії ігор та їхню оцінку, представлену професором Matthew O. Jackson [3] з Stanford University, стосовно достатнього об'єму аналітичних даних, отриманих у результаті розвитку ігрової ситуації, нами було висунуто гіпотези про наступне:

1. На основі отриманих статистичних даних можливо знайти рівновагу Неша.
2. Рівновага Неша дасть можливість отримати додатковий приріст ефективності у виробничій системі, модель якої розглядалася у [1].

Дана робота присвячена аналізу запропонованих гіпотез, оскільки їхнє доведення дозволить отримати рішення для вдосконалення механізмів формування ефективних поведінкових стратегій.

Гра з природою, як будь-яка безкоаліційна кінцева гра, повинна мати рівновагу Неша. Цей висновок можна зробити на основі теореми Неша (1950) [4; 5]. В свою чергу, кожен кінцеву гру можна представити у матричній (нормальній) формі. Матрична гра є кінцевою антагоністичною грою, антагонізм якої полягає у тому, що це гра двох гравців з нульовою сумою. На протилежність військовій справі, в економічній сфері антагоністичні конфлікти зустрічаються не часто. Типовим прикладом економічного варіанту “гри з природою” є ситуація, в якій тільки один учасник, який має мету максимізувати свій прибуток в умовах невизначеності (наприклад, від погоди чи стану ринку). Якщо цей учасник прийняв рішення оптимально спланувати свою господарську діяльність при самих несприятливих умовах, то він може вважати природу чи ринок активним антагоністичним суб’єктом, метою якого є створення умов, при яких очікуваний дохід є найменшим [5]. У даній ситуації природа постає деякою абстрактною незбагненою сутністю, мотиви та принципи якої до кінця не зрозумілі, і для моделювання якої доволі часто використовують генератор випадкових чисел. Таким чином, можна стверджувати, що природа має змішану стратегію у грі (випадково вибирає варіанти дій), що є оптимальним варіантом в умовах невизначеності [4].

У теорії ігор поняття змішаної стратегії (mixed strategy) охоплює використання сполучень або різних варіантів стратегії, обраних навмання. Вибір між двома і більше стратегіями в кожному конкретному випадку залежить від використання деякої процедури вибору, наприклад, кидання гральних кубиків. Гравці, що використовують змішану стратегію, не знають, якими будуть їхні власні дії в кожному конкретному випадку – до тих пір, поки ці дії не підкаже їм механізм, що приводить до випадкових результатів. Вигода від застосування змішаної стратегії полягає в тому, що дії гравця не можуть бути з певністю передбачити ані одним з опонентів, як би добре вони не розуміли психологію гравця [6].

Теорема Неша є досить цікавою річчю з огляду на те, що вона стверджує про існування рівноваги Неша, але не дає відповіді щодо способу її обчислення [7]. Тому існує значна проблема, пов’язана з пошуком ефективного алгоритму для знаходження рівноваги Неша [7; 8]. Серед багатьох існуючих варто виділити наступні: LCP (Linear Complementarity) formulation (Lemke-Howson 1964) та Support Enumeration Method (Porter et al. 2004) [8]. В задачах керування виробничими процесами додатковою умовою є забезпечення обчислень у реальному часі.

Як показано Н. Писаруком, рішення матричної гри в змішаних стратегіях зводиться до рішення пари двоїстих задач лінійного програмування (ЛП) [5]. Існують і інші можливі варіанти вирахування рівноваги Неша в іграх зі змішаною стратегією, приклади яких наводяться в [5; 7]. У цих прикладах використовується саме алгоритм Support Enumeration Method або його варіації. Суть обчислення полягає в знаходженні (вгадуванні) набору чистих стратегій, які мають позитивну ймовірність при застосуванні гравцями змішаної стратегії [7].

Існуюча проблема реалізації та забезпечення підтримки цих рішень в задачах виробничого характеру (у тому числі, пов'язаних з пошуком ефективних експлуатаційних стратегій) може знайти розв'язок на основі результатів дослідження Ігнасіо Palacios-Heurta [2], який, використовуючи статистичні дані, показав, що на великій кількості реалізацій гри можуть бути виділені значення, які збігаються до обрхованої ним раніше рівноваги Неша для гри 2x2. Пропонується перенести цей досвід на більш складну гру і, таким чином, за умови наявності певної архівної історії, виділити стан, до якого збігається система та гра в цілому.

Література

1. Ярмілко А. В. Дослідження ефективності системи управління зі зміною стратегій. / А. В. Ярмілко, Д. С. Приходько // Вісник Кременчуцького національного університету ім. Михайла Остроградського. – 2013. – №4 (81). – С.77 – 81.
2. Palacios-Heurta I. Professionals Play Minimax / Ignacio Palacios-Heurta // Review of Economic Studies. – 2003. – Volume 70. – P. 295 – 415.
3. Jackson M. O. 2-6 Data: Professional Sports and Mixed Strategies [Lecture] : [Електронний документ]. / Matthew O. Jackson // Game Theory Course: Jackson, Leyton-Brown & Shoham. – 10:44 Min. – Stanford University, 2013. – Відеофайл.
4. Leyton-Brown K. 2-2 Mixed Strategies and Nash Equilibrium (II) [Lecture] : [Електронний документ]. / Kevin Leyton-Brown // Game Theory Course: Jackson, Leyton-Brown & Shoham. – 14:00 Min. – Stanford University, 2013. – Відеофайл.
5. Писарук Н. Н. Введение в теорию игр / Н. Н. Писарук. – Минск : БГУ, 2013. – 239 с.
6. Смешанная стратегия [Електронний документ]. – Режим доступу: http://dic.academic.ru/dic.nsf/econ_dict/22331
7. Leyton-Brown K. 2-3 Computing Mixed Nash Equilibrium [Lecture] : [Електронний документ]. / Kevin Leyton-Brown // Game Theory Course: Jackson, Leyton-Brown & Shoham. – 11:45 Min. – Stanford University, 2013. – Відеофайл.
8. Shoham Y. 2-4 Hardness Beyond 2x2 Games - Advanced [Lecture] : [Електронний документ]. / Yoav Shoham // Game Theory Course: Jackson, Leyton-Brown & Shoham. – 20:50 Min. – Stanford University, 2013. – Відеофайл.

ВІРТУАЛЬНЕ МАКЕТУВАННЯ ВИРОБІВ ДЛЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ

I. В. Хоменко, С. В. Попов

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка,
Україна*

У сучасній концепції автоматизації проектно-конструкторських робіт об'ємне моделювання виконує функцію основного інструменту, призначеного для розв'язання компоувальних задач. У процесі створення тривимірних моделей остаточно визначається концептуальна схема виробу, розташування конструктивних елементів, уточнюється їх форма, конкретизуються всі геометричні параметри виробу. Для деяких геометрично складних виробів лише об'ємна модель дозволяє дати повний та однозначний опис їх форми та розмірів.

В результаті створення об'ємної моделі автоматично та абсолютно точно можуть бути визначені масово-центровочні характеристики виробу, визначені площі, габарити, геометричні характеристики усіх необхідних перетинів та базових поверхонь. Це дуже важливі задачі, але далеко не єдині застосування об'ємного геометричного моделювання. Окрім математичного змісту моделей, характерною ознакою графічної інформації є використання відповідного візуального представлення. Можливість ефективного представлення геометричних моделей особливо важлива для навчальних цілей. Об'ємна геометрична модель є основою та першоджерелом при створенні плоских моделей та графічних зображень, які використовуються в інженерній практиці. До основних документів у галузі машинобудування відносяться графічні та текстові документи, які визначають склад та будову виробу і дають необхідні дані для його розроблення, виготовлення, контролю, експлуатації та ремонту. До графічних документів належать кресленики деталей, складальних одиниць, різні види схем, та інші документи, які містять графічну інформацію.

Креслярський модуль сучасних систем тривимірного моделювання використовується для створення креслеників деталей та складальних одиниць. Процес конструювання починається із створення об'ємних деталей та складальних одиниць, після чого програма автоматично дозволяє створювати креслярські види створених моделей, виключаючи помилки проєктування, які часто виникають при накресленні виробу вручну. Кресленики мають зворотну асоціативність із моделлю, завдяки чому розміри моделі завжди відповідають розмірам на кресленикові. Для виробництва деталей кресленик повинен містити наступну інформацію: осьові лінії,

розміри, технологічні позначення, невказану шорсткість, технічні вимоги, таблиці тощо. Будь-яка система автоматизованого моделювання надає інструменти для створення видів із моделей. Наприклад, система КОМПАС-3D має можливість автоматично створювати асоціативні стандартні, проєкційні види, розрізи/перетини, місцеві вигляди та розрізи, розриви виглядів.

Не зважаючи на всі переваги двовимірного проєктування порівняно із ручним кресленням, розглянемо переваги тривимірного моделювання. Основним недоліком пласких креслеників є те, що за ними досить важко уявити як виріб виглядає у просторі. На виробництвах часто кресленики супроводжують реальними прототипами, вперше випущеними виробами або партіями. Помилки у креслениках доводиться виправляти уже на створеному виробі, що сповільнює термін виходу готової продукції та викликає додаткові витрати.

Тривимірні моделі дозволяють створити виріб до створення креслеників та дослідних зразків. Основним документом в цьому випадку є об'ємна комп'ютерна модель. Невипадково візуалізація виробу займає перше місце у великому переліку переваг тривимірного моделювання. Модель можна повертати та вивчати з будь-якої точки, змінюючи масштаб за власним бажанням.

Таким чином нескладно помітити помилки та неспівпадіння у проєкті та оцінити ступінь його відповідності початковому задуму, перевірити майбутній виріб на можливість складання, що дуже важливо для подальшого виготовлення. Можливості візуальної імітації дозволяють суттєво підвищити ефективність автоматизації процесів технічної підтримки виробництва виробів машинобудування та навчання зокрема.

Методи віртуальної реальності використовуються у машинобудівних САПР для роботи із електронними макетами виробів, які передбачено ДСТУ ГОСТ 2.052:2006 «Єдина система конструкторської документації. Електронна модель виробу. Загальні положення» та іншими нормативними документами [1]. Відповідно до ГОСТ, електронний макет виробу— це спеціальна електронна модель, яка описує зовнішню форму та розміри, дозволяє повністю або частково оцінити її взаємодію із елементами виробничого та/або експлуатаційного оточення, слугує для прийняття рішень при розробленні виробів та процесів її виготовлення та використання. Стандартами встановлено, що жодна модель не може вважатись повноцінною, якщо вона не містить розмірів, технологічних позначень, технічних вимог тощо. Система КОМПАС-3D має великий набір засобів для створення тривимірних елементів оформлення моделей: лінійні, кутові, радіальні та діаметральні розміри, позначення шорсткості, бази, лінії-виноски, клеймування, маркування, позицій,

допуску форми, а також умовне позначення різьби. Створені розміри та позначення можна передавати у кресленики при створенні у них асоціативних видів моделей.

Застосування віртуального макетування сприяє значному скороченню часу, який витрачається на перегляд, модифікацію та налагодження складних машинобудівних виробів. Такі електронні моделі виробів доцільно використовувати у навчальному процесі не лише з огляду на корисність у виробництві, але й на спрощення процесу створення та передачі графічних завдань із різних інженерних дисциплін для студентів.

Література

1. ДСТУ ГОСТ 2.052:2006 Єдина система конструкторської документації. Електронна модель виробу. Загальні положення.

УДК 004.94:377

ПРЕДСТАВЛЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ МОДЕЛЕЙ У ФОРМАТІ 3D PDF ДЛЯ НАВЧАННЯ ІНЖЕНЕРНИМ ДИСЦИПЛІНАМ

І. В. Хоменко, О. В. Воронцов

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка,
Україна*

Розвиток та підвищення ефективності промислових виробництв на пряму пов'язані із впровадженням нових інформаційних технологій, яке стримується, перед усім, через нестачу кваліфікованих спеціалістів. Молоді спеціалісти, окрім знань, повинні мати практичні навички застосування комп'ютерних технологій в інженерній діяльності. Для організації результативного навчального процесу у навчальних закладах необхідно забезпечити наявність сучасних програмних та технічних засобів промислового призначення, а також відповідного до їх рівня методичного забезпечення.

У машинобудуванні все частіше використовується віртуальна реальність в напрямі розвитку нових технологій розроблення та підготовки виробництва складної наукоємної продукції VPD – Virtual Product Development – віртуальне розроблення виробів, або Virtual engineering – віртуальна інженерія. Віртуальна інженерія – це комплекс технологій, які виникли завдяки розвитку систем автоматизованого проектування (САПР – CAD/CAM/CAE), які дозволяють провести всі стадії розроблення нового технічного об'єкту повністю на комп'ютері, не вдаючись до традиційних «паперово-орієнтованих» методів проектування та розрахунку [1]. Віртуальне макетування розширює можливості використання моделей виробів, поширюючи їх застосування також на сфери маркетингу, продажів, супроводження та навчання.

У навчальних закладах, нажаль, для практичної підтримки засвоєння інженерних дисциплін ще досі використовують найпростіші «креслярські» комп'ютерні програми або окремі компоненти легких САПР, у яких переважно реалізується двовимірне проектування. На старших курсах вивчаються середні та важкі промислові системи, засновані на використанні тривимірного геометричного моделювання [2-5]. Але існуючі електронні підручники із інженерних дисциплін в кращому випадку містять зображення креслеників та моделей, створених в одній із використовуваних САПР. Найчастіше використовуються відскановані завдання із старих підручників. Нові завдання практично не створюються через брак досвіду використання обраних систем власне викладачами, тому мова вже не йде про віртуальне макетування.

На думку авторів публікації для віртуального макетування успішно можна використовувати одну із використовуваних САПР, що спростить процес підготовки завдань викладачу, та відомий формат представлення електронної документації Adobe PDF. Починаючи с версії 7.1, із його використанням користувачі можуть переглядати 3D-модель з усіх сторін, обертаючи її, збільшуючи або зменшуючи масштаб відображення. Застосування ієрархії моделі дозволяє розбирати її на складові частини. Існує можливість переглянути перетин моделі площиною, а також проставлені 3D-розміри. Існує можливість вносити у 3D pdf-файли свої коментарі та відмітки, в тому числі відносно окремих елементів моделі. Але можливість експортування моделі до системи проектування відсутня, тобто студенту для подальшої роботи доведеться створити модель самостійно. Таким чином студент отримує віртуальну модель, яка максимально наближує його до реалій сучасного проектування.

Для створення pdf-документів із 3D-графікою авторами використовується система автоматизованого проектування та моделювання КОМПАС-3D, яка дозволяє легко конвертувати створені моделі в формат PDF, таким чином надаючи користувачам можливість перегляду моделей без встановленого пакету моделювання. Окремо слід відмітити ефективність використання 3d-розмірів та позначень у КОМПАС-3D, що виводить модель на якісно новий рівень сприйняття інформації. Для створення твердих копій завдань ці завдання можна роздрукувати на принтері – вони будуть мати ті ж самі властивості, як і звичні всім паперові завдання.

Конвертація формату моделі в PDF також дозволяє суттєво зменшити розмір файлу, що покращує можливості зберігання та передачі документів через інтернет. Таким чином студенти, інженери, дизайнери, архітектори мають змогу обмінюватись інформацією, яка

містить 3D-графіку, адже таким чином вирішується проблема несумісності форматів, які використовують різні САПР.

У системах для навчання інженерним дисциплінам доцільно одночасно використовувати дво- та тривимірне представлення графічної інформації у всіх структурних її компонентах.

Література

1. Ли К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE)/ К. Ли. – СПб.: Питер, 2004. – 560 с.
2. Алямовский А. А. Solid Works. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А. А. Алямовский и др. BHV-Петербург, 2008. – 1040 с.
3. Краснов М. В. UNIGRAPHICS для профессионалов/ М. В. Краснов, Ю. В. Чигищев. – М. Лори, 2004. – 319 с.
4. Степанов А. Pro/ENGINEER: специальный справочник / А. Степанов. – СПб.: Питер, 2001. – 624 с.
5. Потемкин А. Инженерная графика/ А. Потемкин. – М.: Лори, 2002. – 446 с.

УДК 378.126:04.588

ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ПРОВЕДЕННЯ ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЙ

О.М. Гайтан

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка,
Україна*

Вагоме місце серед інформаційних технологій, які використовуються науковцями різних галузей, займають інтернет-технології. Мережа Інтернет надає необмежені можливості кожному користувачу, в тому числі науковим та педагогічним робітникам. Для науковця глобальна мережа Інтернет сьогодні – це засіб пошуку інформації і можливість ознайомлення та опублікування наукових статей в електронних фахових виданнях, апробація результатів досліджень шляхом участі в інтернет-конференціях.

Одним з ефективних інструментів поширення наукових знань на просторах всесвітньої мережі є інтернет-конференція через віддалений робочий стіл, яка являє собою звичну конференцію, але в електронному варіанті.

Інтернет-конференція – це віртуальне спілкування декількох зацікавлених у темі конференції користувачів всесвітньої мережі за допомогою спеціальних комунікаційних програм. Інтернет-конференція надає можливість швидко ознайомитися з дослідженнями, які проводяться в певній галузі, довести до відома широкого кола науковців власні судження, висновки і пропозиції, не виходячи з дому та залишаючись за власним персональним комп'ютером.

Інтернет-конференція – це сучасний інструмент інформаційних технологій, що дозволяє одночасно вирішувати ряд завдань:

поширити інформацію про конференцію, що проводиться, шляхом розміщення інформації у мережі Інтернет;
розповсюдити наукові досягнення учасників конференції шляхом публікації тестів доповідей;
налагодити живі комунікації з науковцями різних країн та закладів, які цікавляться проблематикою, представленою на конференції;
отримати зворотний зв'язок від учасників у вигляді питань і обговорення.

Безумовно, що інтернет-конференція має свої нюанси та особливості на відміну від традиційної конференції. А найголовніше, що вона має низку переваг, а саме:

широке охоплення аудиторії – користувачів самих різних категорій, які є потенційними учасниками конференції і мають вільний доступ до мережі Інтернет;

незалежність від географічного положення – брати участь в інтернет-конференції можуть науковці з різних міст і навіть країн, що дозволяє значно розширити територіальне охоплення конференції, що дозволяє конференції вийти на новий, більш високий, рівень;

доступність – можна брати участь в роботі конференції, сидячи за комп'ютером вдома або на роботі; головне – наявність самого комп'ютера і виходу в Інтернет; не потрібне спеціальне обладнання; відсутні підвищені вимоги до каналів зв'язку; можливість участі в інтернет-конференції зі свого робочого місця, автоматичний запис повідомлень всіх учасників дозволяє легко орієнтуватися в ході заходу;

можливість заощадити на фінансових витратах на проведення конференції як організаторам конференції, так і її учасникам, що актуально в усі часи: і в період кризи, і в період стабільного розвитку;

завдяки попередній підготовці до інтернет-конференції можна розробити найбільш вдалий механізм доведення інформації до учасників під час реєстрації учасників та проведення конференції, щоб акцентувати увагу на найважливіших аспектах проблеми, що розглядається;

тривалість заходу: зазвичай інтернет-конференція більш тривала, ніж прес-конференція, яка дає можливість учасникам поставити більшу кількість запитань і отримати на них відповіді;

неформальне спілкування з учасниками у формі "питання-відповідь" у режимі реального часу;

додатково можуть надаватися послуги з розміщення текстових блоків з анонсами про проведення інтернет-конференції на сторінках з текстами новин та розміщення фоторепортажу у стрічці новин за підсумками живого спілкування.

Але разом з великою кількістю значимих переваг, проведення конференції має деякі недоліки:

під час проведення доповіді між доповідачем і аудиторією не буде встановлений такий же емоційний зв'язок, який з'являється в результаті живого спілкування в реальному часі; це дуже важливий аспект, що прямо впливає на ефективність обговорення.

часто учасники конференції знаходяться в різних часових поясах, а тому якщо для доповідача конференція починається в 15.00, то для його слухачів вона може проходити в 23.00, що далеко не всім зручно.

Незважаючи на вказані недоліки, переваги такого виду проведення конференції їх значно перевищують, тому вважаємо доцільним створення інформаційної системи для підтримки саме цього виду конференції.

Проведення конференції у режимі інтернет-конференції вимагає створення та підтримки відповідного програмного забезпечення. Дана робота присвячена створенню та роботі сайту для проведення Міжнародної дистанційної науково-технічної конференції «Комп'ютерна математика (КМ) в науці, інженерії та освіті» (CMSEE), яка проводиться з 2007 року із застосуванням технології дистанційного обговорення доповідей Полтавським національним технічним університетом імені Юрія Кондратюка.

Мета конференції:

апробація нових наукових ідей та практичних результатів використання комп'ютерної математики в науці, інженерії та освіті;
активізація впровадження науково-технічних розробок і програмних продуктів у виробництво, науку та освіту;
презентація програмних продуктів.

Постановка задачі. Необхідно розробити сайт для проведення інтернет-конференцій, який повинен забезпечувати виконання таких функцій:

надання інформації користувачам щодо основних положень організації та проведення конференції (загальна інформація, важливі дати, організатори, оформлення матеріалів, інформаційні повідомлення, контакти, архів конференції);

on-line реєстрація учасника інтернет-конференції;

можливість завантаження доповіді зареєстрованому учаснику;

публікації доповідей на порталі конференції у вигляді анотацій і повних текстів для ознайомлення;

можливість перегляду коментарів інших учасників та додавання власних для проведення конференції методом дистанційного обговорення доповідей на сайті учасниками конференції;

можливість підключення до обговорення в режимі skype;

наявність панелі адміністратора для редагування інформації, розміщеної на сайті.

Порядок проведення інтернет-конференції CMSEE:

до початку конференції учасники завантажують на сайт конференції або надсилають оргкомітету тексти доповідей; для обговорення доповідей забезпечується публікація текстів доповідей на порталі конференції у вигляді анотацій і повних текстів; конференція проходить методом дистанційного обговорення доповідей на сайті учасниками конференції.

На даному сайті передбачені три види користувачів: незареєстрований користувач, який може переглядати інформацію представлену на сайті.

учасник, який крім прав незареєстрованого користувача має такі можливості: завантаження власної доповіді або приймання участі в обговоренні.

адміністратор сайту, який має доступ до перегляду та редагування структури сайту і його контенту.

Для прийняття участі в конференції на сайті необхідно зареєструватися. Після реєстрації користувач зможе приймати участь в роботі таких секцій:

комп'ютерна математика (КМ): історія розвитку КМ; теорія, вхідні мови та алгоритми; програмне забезпечення; інтелектуалізація програмного забезпечення.

системи КМ в науці та техніці: математика; природничі науки; економіка; інженерія; геоінформатика.

системи КМ у вищій школі: нові освітні технології із використанням комп'ютерної математики; вивчення систем комп'ютерної математики у вищій школі;

Усі завантажені доповіді та коментарі проходять попередню перевірку адміністратором сайту.

Інформаційно-технологічні вимоги до створення сайтів передбачають використання вільного або ліцензійного програмного забезпечення. Сайт, що розглядається, реалізується на основі безкоштовних та відкритих технологій, які розповсюджуються за ліцензією „Open Source” (мова РНР), і тому його використання є безкоштовним.

Даний сайт в першу чергу орієнтований на викладачів ВНЗ та студентів. З його допомогою користувачі зможуть отримувати необхідну інформацію про конференцію, ознайомлюватися та дистанційно обговорювати доповіді учасників. При розміщенні його в глобальній мережі географія розповсюдження конференції зростає до масштабів всього світу.

В якості подальшого вдосконалення web-сайту представляється можливим розробка модулів доступу до систем дистанційної освіти. Також можливе доопрацювання інтерфейсу сайту з метою подальшого підвищення його інформативності, привабливості і зручності.

Література

УДК 378.126:04.588

WEB-СЕРВІС ОБЛІКУ ВІДВІДУВАННЯ СТУДЕНТАМИ ЗАНЯТЬ ТА КОНТРОЛЮ УСПІШНОСТІ ЯК ЕЛЕМЕНТ ІНФОРМАЦІЙНОГО РЕСУРСУ КАФЕДРИ ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ

О.Л. Ляхов, О.М. Гайтан

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка,
Україна*

Одним із найважливіших напрямів розвитку освіти в Україні є приєднання більшості українських вузів до Болонського процесу. Але сучасний освітній процес в рамках Болонської системи неможливо уявити без використання інформаційних технологій. В умовах динамічної інформатизації всіх сфер людської діяльності виникає потреба у створенні систем автоматизації моніторингу навчального процесу. У зв'язку з великою кількістю студентів університету та безліччю дисциплін є необхідність вести облік за даними, які супроводжують навчальний процес груп та студентів. Важливими є такі завдання як автоматизація обліку успішності студентів, відвідування занять, створення систем дистанційного навчання.

В даній роботі розглядається створення web-сервісу обліку відвідування студентами занять та контролю успішності як елемент інформаційного ресурсу кафедри вищого навчального закладу.

Мета створення такого сервісу – оперативний моніторинг даних про студентів, можливість отримання інформації з будь-якого місця з виходом в Інтернет. Особливістю сервісу є доступ лише студента та його батьків до персональних даних студента для оперативного моніторингу якості навчання: відвідування занять та успішності студентів. Загальнодоступною інформацією є інформація про кафедру та рейтинг студентів в групі. Візуалізація місця студента в групі є додатковим стимулюючим чинником для покращання якості навчання.

Аналіз наукових та літературних джерел дозволив сформулювати вимоги, які висуваються до такого веб-сервісу: об'єктивність і неупередженість – відповідність основній структурі та змісту діючих в навчальному закладі документів;

гнучкість – можливість подальшого вдосконалення й адаптації системи до особливостей робочих навчальних програм з навчальних дисциплін безпосередньо кінцевими користувачами;
доступність – сервіс повинен бути доступний та безкоштовний для користувачів через мережу Інтернет;
ліцензованість – сервіс повинен бути побудований на базі ліцензованого або безкоштовного програмного забезпечення;
зручність – сервіс повинен бути простим у використанні, зрозумілим за логікою розрахункових формул, автоматично проводити всі розрахункові операції; побудову рейтингу студента в групі;
захищеність – передбачати аутентифікацію користувача, захист від неавторизованого доступу до даних
збережуваність – можливість при необхідності ведення архіву з авторизованим доступом.

На основі проведеного аналізу була поставлена задача – розробити веб-сервіс обліку відвідування студентами занять та контролю успішності студентів напряму навчання «Комп'ютерні науки», який повинен забезпечувати виконання таких функцій:

надання загальної інформації в рамках інформаційного ресурсу кафедри;

формування бази даних студентів;

можливість зручного додавання та редагування інформації викладачами щодо відвідування студентами занять та контролю успішності;

виведення результату у вигляді таблиць;

статистична обробка результатів та автоматична побудова поточного рейтингу студента в групі; можливість графічного представлення результатів;

можливість пошуку заданого студента за прізвищем або групою;

аутентифікація за правами доступу;

захист інформації від неавторизованого доступу користувачів до даних.

На даний час в Україні існує дуже мало сервісів, які забезпечують моніторинг відвідування та успішності студентів через мережу Інтернет. Аналогічні сервіси реалізовані, перш за все, за кордоном, в Україні їх кількість набагато менше. Необхідно відмітити, що в цілому в закордонних вузах автоматизація навчального процесу стоїть на більш високому рівні, ніж в університетах України та країн СНД. При цьому більшість навчальних закладів в Україні, які впроваджують дистанційну освіту та сервіси успішності студентів, є філіями закордонних вузів і шкіл або лише викладають електронну версію журналу успішності в локальну мережу.

До схожих реалізацій в Україні варто віднести програмне забезпечення контролю успішності в середніх школах, яке спрямовано на повідомлення батьків про стан справ дітей у навчанні. Такі комплекси звичайно розробляються приватними компаніями й пропонуються для використання в середніх школах. Однак багато із цих сервісів не надають доступу до даних по успішності школярів через мережу Інтернет. Проте, не зважаючи на це, розвиток таких «електронних журналів» – позитивна передумова більш широкого розвитку схожих систем у більш великих, університетських масштабах.

Тому питання розробки такого сервісу є актуальним.

Інформаційно-технологічні вимоги до створення сайтів передбачають використання вільного або ліцензійного програмного забезпечення. Сайт, що розглядається, реалізується на основі безкоштовних та відкритих технологій, які розповсюджуються за ліцензією „Open Source” (мова PHP), і тому його використання є безкоштовним.

Особлива увага в процесі дослідження приділялася питанням надійності та захисту інформації. Для web-сервісу розроблено програмні засоби для захисту від неавторизованого доступу користувачів до даних. З цією метою створено систему ідентифікації користувачів за їх особистими паролями, а, відповідно, і за правами доступу до даних. На сайті передбачені такі види користувачів:

незареєстрований користувач, який може переглядати рейтинг студентів по групам та загальну інформацію, представлену на сайті.

студент, який може переглядати інформацію щодо власного відвідування занять та успішності, місце в рейтингу групи та загальну інформацію, представлену на сайті.

викладач, який може вносити та редагувати інформацію щодо навчальних дисциплін, які викладає, переглядати рейтинг студентів по групам та загальну інформацію, представлену на сайті.

адміністратор сайту, який має доступ до перегляду та редагування структури сайту і його контенту.

Особистий пароль студента повідомляється його батькам, щоб надати їм можливість оперативного ознайомлення з ситуацією та забезпечення додаткового впливу на студента у випадку наявності великої кількості пропусків занять або проблем з успішністю.

Даний сайт є частиною інформаційного ресурсу кафедри і в першу чергу орієнтований на студентів напряму «Комп'ютерні науки» та їхніх батьків. Візуалізація обліку відвідування студентами занять та їх успішності, автоматична побудова поточного рейтингу студента в групі дозволить своєчасно виявити проблеми в навчанні та по можливості усунути їх до початку заліко-екзаменаційної сесії.

Таким чином, використання сучасних інформаційних технологій у навчальному процесі дозволяє розширити доступ студентів, їхніх батьків та викладачів до інформації щодо виконання індивідуального плану студентами, підвищити та полегшити ведення моніторингу успішності у вищих навчальних закладах. Тому впровадження автоматизованих систем моніторингу навчання повинно стати невід'ємною складовою кожного навчального закладу в даний час.

Література

УДК 378. 147

МОДЕЛЬ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ НАПИСАННЯ ДОПОВІДЕЙ АНГЛІЙСЬКОЮ МОВОЮ

С.В. Литвин

Чернігівський національний технологічний університет, Україна

Визнання України у Європі як незалежної держави, її вхід у єдиний європейський освітній простір потребує перегляду політики навчання іншомовної мовленнєвої діяльності у підготовці фахівців у вищих немовних навчальних закладах.

Розвиток дистанційного навчання у європейських країнах, у тому числі і в Україні, дозволяє створити сприятливі умови для позааудиторної самостійної діяльності студентів насамперед за допомогою дистанційних курсів, які забезпечують студентів навчально-методичними матеріалами і зворотний зв'язок із викладачем. За допомогою дистанційного навчання стає можливим вчити студентів іншомовного спілкування без фізичної присутності викладача за допомогою електронної пошти, чатів, форуму, або телеконференцій. Використання дистанційного курсу може нейтралізувати багато негативних факторів у підготовці фахівців у немовному вищому навчальному закладі, які пов'язані із недостатньою кількістю аудиторних годин, відсутністю спеціальних навчально-методичних комплексів (підручників). Насамперед все це стосується навчання англійського писемного мовлення.

Серед існуючих технологій ми зупинилися на кейсовій. Кейсова технологія забезпечує можливість отримання студентами набору (кейсу) навчально-методичного матеріалу. У разі потреби студент може звернутися до викладача за допомогою. Зворотний зв'язок між студентом та викладачем має спорадичний характер. Така форма роботи дозволяє студентам самостійно розвивати вміння англійського писемного мовлення, а викладач перевіряє лише кінцевий продукт цього навчання.

Для навчання англомовного писемного мовлення нами виділено доповідь з елементами власного аналізу проблеми, оскільки студенти немовних спеціальностей відповідно до Типової програми АМПС повинні вміти викладати основні проблеми досліджень, коментувати їх, представляти основні результати та висновки, які мають наукову і практичну цінність як для навчання, так і для професійної діяльності.

Для дистанційного навчання написання доповіді було обрано студентів, які навчаються за напрямом „Комп’ютерна інженерія” і тематичний комплекс “Computer Security”, який вони вивчають на заняттях АМПС.

Розглянемо етапи засвоєння мовленнєвого матеріалу при навчанні написання доповіді: 1) етап ознайомлення із текстом-зразком та стандартами його побудови; 2) етап формування вмінь побудови тексту; 3) етап розвитку вмінь побудови тексту.

Враховуючи специфіку самостійної позааудиторної діяльності студента, традиційна структура вправи для аудиторних умов навчання була розширена фазами знайомства з навчальним матеріалом теоретичного характеру та вказівками для самоконтролю. Завдяки докладній теоретичній інформації, яка починає вправу, студент спочатку повторює, узагальнює або вивчає лінгвістичний матеріал, а потім виконує завдання. Обов’язковим компонентом вправи є вказівка для самоконтролю.

Наведемо приклади вправ, які виконуються на трьох етапах навчання написання доповідей з елементами власного аналізу проблеми.

Вправа 1. Мета: вдосконалення вмінь читання і розуміння текстів доповідей; формування вмінь використання позамовних, мовних та мовленнєвих стандартів написання текстів доповідей; формування вмінь використання засобів послідовного та зв’язного викладення інформації.

Now you are going to learn how to write a report assessing good and bad points.

A report is normally a formal piece of writing, and should consist of:

- a) an introduction in which you state the purpose and content of your report;
- b) a main body in which all information concerning the topic is presented in detail under sub-headings; and
- c) a final paragraph which summarizes the information mentioned in the main body, and states your opinion/recommendation.

Points to consider:

Before starting to write your report, decide on the heading of the report, then carefully plan the information you will include. Decide on what you

will write about, giving sub-headings, and think of what specific information you will include in each section.

Use linking words to join your ideas. If you feel there are negative aspects to be mentioned, present them under the relevant sub-headings, as well as the positive aspects. Join the positive and negative comments using appropriate words: *however, nevertheless, on the other hand, in contrast, etc.*

Present tenses are normally used in this kind of report. However, past tenses are used for reports related to the past events.

You have been asked to analyze special literature and to visit several computer firms with a view to share the experience in the area of Positive Identification of Users, and to write a report about it.

1. Read the model report and answer the following questions: a) What information about different ways of identification of users is given? b) What tenses have been used? Finally, list advantages and disadvantages of those ways.

Далі надається зразок доповіді, з яким працюють студенти.

2. Read this report again and fill in the gaps with appropriate linking words from the list: *but, even, also* (×2), *at present, however, to date, finally*.

Keys: 1 – at present, 2 – also, 3 – finally, 4 – also, 5 – however, 6 – even, 7 – but,

8 – to date.

Вправа 2. *Мета:* розвиток вмінь використання позамовних, мовних та мовленнєвих стандартів написання текстів доповідей; розвиток вмінь використання засобів послідовного та зв'язного викладення інформації

You have been asked by your manager Mr. Smith to work out the rules for checking your own security while working with computer and to write a report on it. You have designed *two blocks* of rules for *Hardware and Software*, but unfortunately a virus has destroyed this file and the information has been mixed up. The Introduction and Conclusion parts have disappeared. You need to restore this file, to list the rules in appropriate order under appropriate sub-headings. Before working with the report read the following information:

The structure of report should include the following parts: Introduction (state the purpose and content of your report), Main Body (summarize each point under suitable sub-headings, giving both positive and negative points (if any), Conclusion (general assessment and/or recommendation).

Useful language

To introduce: As requested, The purpose/aim of this report is to ..., etc/

To make contrasting points: However, Although, Despite, But, While, Even though, etc.

To express the difference between appearance and reality: It may seem, On the surface, Apparently, etc.

To conclude/summarize: On the whole, In conclusion, To conclude, To sum up, etc.

The report which needs to be restored:

From:

To:

Date:

Subject:

Introduction

A Personal Checklist for Hardware A Personal Checklist for Software

Place a cable lock on the computer.

Make your applications (and other executable files) read-only. This will not prevent infection, but it can help contain those viruses that attack applications.

Stop the so-called sneakernet crowd. This is the group that moves around the office and prefers to transfer files quickly via floppy disk.

Use a surge protector.

Make backups. This is a given: Always back up your hard disk and floppies.

Store diskettes properly in a locked container.

Maintain backup copies of all files.

Store copies of critical files off site.

(From English for Computer Science Students)

Conclusion

Keys:

A Personal checklist for Hardware includes the rules: Place a cable..., Use a surge..., Store diskettes..., Maintain backup copies..., Store copies...; A personal Checklist for Software includes the rules: Make your applications..., Stop the so-called..., Make backups...

Вправа 3. *Meta:* розвиток вмінь побудови текстів доповідей.

You are going to take part in the International Conference *Viruses and Vaccines*. You need to prepare a report on the problems of transmitting viruses, damage from viruses and prevention of virus activity.

Таким чином, за допомогою дистанційного курсу навчання написання доповіді з елементами аналізу проблеми англійською мовою студенти комп'ютерних спеціальностей самостійно формують та розвивають вміння іншомовного писемного мовлення. Викладач перевіряє лише кінцевий продукт цього навчання. Отже, дистанційний курс навчання писемного мовлення дозволяє економити час на аудиторному занятті та використовувати електронний варіант навчальних матеріалів, яких не вистачає для роботи в аудиторії, і може

бути використаний для студентів різних спеціальностей немовних вищих навчальних закладів.

Література

1. Програма з англійської мови для професійного спілкування. Колектив авторів: Г.С.Бакаєва, О.А. Борисенко, І.І.Зуєнок, В.О. Іванішева та ін. – К.: Ленвіт, 2005. – 119 с.
2. English for Computer Science Students: Учебное пособие/ Сост. Т.В. Смирнова, М.В. Юдельсон; Науч. ред. Н.А. Дударева. – 5-е изд. – М.: Флинта: Наука, 2004. – 128 с.

УДК 519.85

СФЕРИЧЕСКАЯ КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ДАННЫХ

А. И. Косолап, А. А. Довгополая

Украинский государственный химико-технологический университет, Украина

Одной из основных задач в искусственном интеллекте и теории распознавания образов является разбиение данных на кластеры [1-2]. Как правило, данные (объекты) представляются точкой в n -мерном пространстве. Характеристикам объектов, которые необходимо разбить на кластеры, соответствуют компоненты n -мерной точки. Если расстояние между двумя точками мало, то эти точки входят в один кластер. В качестве расстояния может выбираться различная метрика пространства. Существуют эффективные методы разбиения данных на два кластера. Однако эффективное разбиение множества точек на более, чем два кластера, представляет сложную задачу [1-2]. Это связано с тем, что оптимальное разбиение точек на кластеры является многоэкстремальной задачей. В настоящее время для решения таких задач чаще используют генетические или эволюционные методы, которые основаны на случайном поиске и позволяют находить оптимальное решение задач кластеризации только с некоторой вероятностью [3]. В работе использован новый метод точной квадратичной регуляризации для решения многоэкстремальных задач, который показал лучшие численные результаты в сравнении с генетическими и эволюционными методами, при решении многих тестовых задач [4].

Будем рассматривать множество m точек $\{x^1, \dots, x^m\}$ в n -мерном евклидовом пространстве. Необходимо разбить это множество на k кластеров таким образом, чтобы каждая точка попала только в один кластер и точки с близкими расстояниями образовывали кластер.

Будем покрывать множество заданных точек n -мерными шарами с разными радиусами r_i . Необходимо определить центры $\{z^1, \dots, z^k\}$ шаров $B_i = \{x \mid \|x - z^i\|^2 \leq r_i^2\}$, $i = 1, \dots, k$ так, чтобы $B_i \cap B_j = \emptyset, \forall i \neq j$. Это условие равносильно системе неравенств

$$\|z^j - z^i\|^2 \geq (r_i + r_j)^2, i, j = 1, \dots, k, i \neq j. \quad (1)$$

Теперь, достаточно потребовать, чтобы каждая точка $x^i \in B_j$, что равносильно следующим ограничениям, при выполнении условий (1)

$$\prod_{i=1}^k (\|x^j - z^i\|^2 - r_i^2) \leq 0, j = 1, \dots, m. \quad (2)$$

В качестве критерия оптимальности покрытия множества точек $\{x^1, \dots, x^m\}$ непересекающимися шарами, выберем минимизацию суммы квадратов радиусов шаров

$$\sum_{i=1}^k r_i^2. \quad (3)$$

Решение задачи (1-3) определит центры шаров, которые разобьют множество точек $\{x^1, \dots, x^m\}$ на кластеры. Задача (1-3) имеет nk искомым переменных $\{z^1, \dots, z^k\}$ и $m+k(k+1)/2$ ограничений (1-2). Целевая функция (3) является выпуклой, а допустимое множество будет невыпуклым, поэтому задача (1-3) будет многоэкстремальной. Классические методы ее решения, такие, например, как методы внутренней точки, позволяют найти только локальное решение, при этом могут возникнуть проблемы поиска допустимого решения. Поэтому используем метод точной квадратичной регуляризации для решения (1-3), который показал значительное преимущество в нахождении точек глобального минимума при решении многих тестовых задач [4].

Преобразуем задачу (1-3) к виду

$$\min\{z \mid \sum_{i=1}^k r_i^2 + s \leq z, \prod_{i=1}^k (\|x^j - z^i\|^2 - r_i^2) \leq 0, j = 1, \dots, m, \|z^j - z^i\|^2 \geq (r_i + r_j)^2, \forall i \neq j\}, \quad (4)$$

где параметр s удовлетворяет условию

$$s \geq \sum_{i=1}^k \|z^i\|^2.$$

Далее, задачу (4) преобразуем к следующей

$$\min\{\|y\|^2 \mid \sum_{i=1}^k r_i^2 + s \leq \|y\|^2, \prod_{i=1}^k (\|x^j - z^i\|^2 - r_i^2) \leq 0, j = 1, \dots, m, \|y^j - y^i\|^2 \geq (r_i + r_j)^2, \forall i \neq j\}, \quad (5)$$

где вектор y равен

$$y = (z^1, \dots, z^k, z, r_1, \dots, r_k).$$

Добавим к ограничениям задачи (5) квадратичное слагаемое так, чтобы функции, определяющие допустимую область задачи стали выпуклыми. Существует такое значения параметра $q > 0$, при котором допустимая область задачи

$$\min\{\|y\|^2 \mid \sum_{i=1}^k r_i^2 + s + (q-1)\|y\|^2 \leq d, \prod_{i=1}^k (\|x^j - y^i\|^2 - r_i^2) + q\|y\|^2 \leq d, \quad (6)$$

$$j=1, \dots, m, q\|y\|^2 - \|y^j - y^i\|^2 + (r_i + r_j)^2 \leq d, \forall i \neq j, q\|y\|^2 = d\}$$

будет выпуклой, за исключением условия $q\|y\|^2 = d$. В задаче (6) значение новой переменной d необходимо определить. Ее решение (y^0, d_0) выпуклой задачи

$$\min\{d \mid \sum_{i=1}^k r_i^2 + s + (q-1)\|y\|^2 \leq d, \prod_{i=1}^k (\|x^j - y^i\|^2 - r_i^2) + q\|y\|^2 \leq d, \quad (7)$$

$$j=1, \dots, m, q\|y\|^2 - \|y^j - y^i\|^2 + (r_i + r_j)^2 \leq d, \forall i \neq j, q\|y\|^2 \leq d\}$$

удовлетворяет условию $q\|y^0\|^2 = d_0$, то y^0 определяет решение задачи (1-3). В противном случае, необходимо решать задачу

$$\max\{\|y\|^2 \mid \sum_{i=1}^k r_i^2 + s + (q-1)\|y\|^2 \leq d, \prod_{i=1}^k (\|x^j - y^i\|^2 - r_i^2) + q\|y\|^2 \leq d, \quad (8)$$

$$j=1, \dots, m, q\|y\|^2 - \|y^j - y^i\|^2 + (r_i + r_j)^2 \leq d, \forall i \neq j\}$$

и искать минимальное значение d^* , при котором будет выполняться условие $q\|y^*\|^2 = d^*$, где y^* - решение задачи (8) при фиксированном значении d^* . При увеличении переменной d значение целевой функции задачи (8) монотонно возрастает, пока не выполнится условие $q\|y^*\|^2 = d^*$. Рассмотренная последовательность преобразований задачи (1-3) к эквивалентной задаче (8), при условии $q\|y\|^2 = d$, есть метод точной квадратичной регуляризации [4].

В работе приведена новая постановка задачи построения сферических кластеров данных, которая обобщается на эллипсоидальные кластеры. Для решения полученной многоэкстремальной задачи используется метод точной квадратичной регуляризации, эффективность которого проверена на многочисленных экспериментах.

Литература

1. Хант Э. Искусственный интеллект / Э. Хант; пер с англ. Д.А. Белова и Ю.И. Крюкова; под. ред. В.Л. Стефанюка. – М.: Мир, 1978. – 560 с.

2. Мандель И.Д. Кластерный анализ / И.Д. Мандель. – М.: Финансы и статистика.- 1988. – 176 с.
3. Kenneth V.P. Differential Evolution. A Practical Approach to Global Optimization/ V.P. Kenneth, R.M. Storn, J.A. Lampinen. – Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2005. – 542 p.
4. Косолап А.И. Методы глобальной оптимизации / А.И. Косолап. – Дн-ск.: Наука и образование, 2013. – 316 с.

УДК 004.021

МОДЕЛЬ ЗАДАЧИ МІГРАЦІЇ ВІРТУАЛЬНИХ МАШИН У СИСТЕМАХ З ХМАРНИМИ ОБЧИСЛЕННЯМИ

К.А. Мацуєва

Національний авіаційний університет, Україна

Технологія віртуалізації дозволяє постачальникам хмарних послуг створювати декілька віртуальних машин (ВМ) на одному фізичному сервері, що призводить до збільшення ефективності використання ресурсів.

У даній статті використовується [2] для аналізу ефективного динамічного розподілення віртуальних машин (ВМ). Існує єдиний фізичний сервер або хост і МВМ виділено на цей хост. У даній задачі час дискретний і може бути розділений на N періодів часу, де кожен період часу становить 1 секунду. Постачальник ресурсу оплачує вартість енергії, споживаної фізичним сервером - $C_p t_p$, де C_p - вартість електроенергії (тобто енергії на одиницю часу), t_p - період часу.

Ресурсоемність сервера і використання ресурсів віртуальними машинами характеризуються одним параметром - продуктивність процесора. Якщо всі віртуальні машини запросять максимально допустиму для них продуктивність процесора, то, загальна кількість запитів процесора перевищить пропускну здатність процесора в результаті чого відбудеться порушення угод про рівень обслуговування між постачальником ресурсів і клієнтами (SLA). Порушення SLA призводить до штрафу, понесеного постачальником, який розраховується як $C_v t_v$, де C_v - вартість порушення SLA на одиницю часу, і t_v - тривалість часу порушення SLA. Визначимо

$C_p = 1$ та $C_v = s$, де $s \in R$. Це рівносильно $C_p = \frac{1}{s}$ та $C_v = 1$. У певний момент часу v відбувається порушення SLA і продовжується до N .

Передбачається, що відповідно до визначення проблеми, одна ВМ може бути перенесена з сервера. Визначимо n - час зупинки, що дорівнює або закінченню міграції ВМ або початку порушення SLA. Міграція ВМ вимагає часу T . Під час міграції використовується додатковий сервер для тимчасового розміщення ВМ, що мігрують, і, отже, повна енергія, що споживається під час міграції ВМ є $2C_p T$. Задача в тому, щоб визначити час m , коли необхідно розпочати міграцію ВМ, що мінімізує загальну вартість, яка складається з вартості енергії і вартості, викликані порушенням SLA, якщо це має місце. Нехай r - час тривалості порушення SLA, тобто $r = m - v$.

$$C(v, m) = \begin{cases} (v - m)C_p \\ (v - m)C_p + 2(m - v + T)C_p + (m - v + T)C_v, \\ rC_p + (r - m + v)C_p + rC_v \end{cases}$$

Для аналізу задачі, необхідно визначити функцію вартості наступним чином. Загальна вартість включає в себе вартість, викликану порушенням SLA і вартість додаткової витрати енергії. Іншими словами, вся споживана енергія враховується за винятком енергії, спожитої основним сервером від t_0 (час початку) до v . Причина полягає в тому, що, за визначенням задачі, ця частина енергії не може бути усунена шляхом використання певного алгоритму. Ще одне обмеження полягає в тому, що порушення SLA не може виникнути доти, доки процес міграції, що почався з t_0 не може бути завершений, тобто $v > T$. За умовами задачі функція вартості наступна $C(v, m)$, як показано в (1).

$$\begin{aligned} & \text{if } m < v, v - m \geq T, \\ & \text{if } m \leq v, v - m < T, \\ & \text{if } m > v \end{aligned} \quad (1)$$

Функція витрат C визначає три випадки, які охоплюють всі можливі випадки між v і m . Позначимо випадки (1) як C_1 , C_2 , і C_3 відповідно. C_1 описує випадок, коли міграція відбувається до настання порушення SLA ($m < v$), але міграція починається не пізніше, ніж за T до початку порушення SLA ($v - m \geq T$). У цьому випадку вартість тільки $(v - m)C_p$, тобто, вартість енергії, спожитої додатковим сервером з початку міграції ВМ, до моменту потенційного порушення SLA. Витрат порушення SLA немає, так, як відповідно до постановки задачі, час зупинки є початком потенційного порушення SLA, так що тривалість порушення SLA дорівнює нулю. C_2 описує випадок, коли міграція відбувається до порушення SLA ($m \leq v$), але починається пізніше ніж T , до початку порушення SLA ($v - m < T$). C_2 містить три умови: (а) $(v - m)C_p$, вартість енергії, спожитої додатковим сервером з

початку міграції до початку порушення SLA; (б) $2(m-v+T)C_p$, вартість енергії, спожитої основним сервером і додатковим сервером з початку порушення SLA до n ; (в) $(m-v+T)C_v$, вартість порушення SLA з початку порушення SLA, до кінця міграції VM. C_3 описує випадок, коли міграція починається після початку порушення SLA. У цьому випадку вартість отримується з трьох складових: (а) rC_p , вартість енергії, спожитої головним сервером від початку порушення SLA до n ; (б) $(r-m+v)C_p$, вартість енергії, спожита додатковим хостом з початку міграції VM до n ; (в), rC_v вартість порушення SLA з початку порушення SLA до n .

Література

1. Armbrust M., Fox A., Griffith R. Above the Clouds: A Berkeley view of cloud computing. – 2009. - с. 191-196.
2. Borodin A, El-Yaniv R. Online computation and competitive analysis // vol. 53. Cambridge University Press, NewYork. - 1998.

УДК004.021

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ВІРТУАЛЬНОГО ШЛЯХУ ГЕОГРАФІЧНОЇ МАРШРУТИЗАЦІЇ У БЕЗДРОТОВИХ ДИНАМІЧНИХ МЕРЕЖАХ

Х.А. Мацуєва

Національний авіаційний університет, Україна

Маршрутизація, що базується на місцезнаходженні, також відома як геометрична маршрутизація або географічна, була запропонована для вирішення проблеми масштабування. Замість використання топологічної інформації, протоколи даного виду маршрутизації використовують географічну інформацію про розташування вузлів для маршрутизації пакетів. Дані протоколи припускають, що вузли знають своє власне географічне положення (наприклад, від системи глобального позиціонування) і вихідному вузлу відоме розташування вузла призначення. Одним із видів географічної маршрутизації є маршрутизація гранями, яка гарантує доставку пакетів у статичних зв'язаних плоских графах [1, 2]. Вона застосовується на плоскому графі, відповідно пакет передається по границях граней, які перетинаються відрізком, що з'єднує вихідний вузол і вузол призначення.

У даній статті описано загальний підхід до застосування маршрутизації гранями до неплоского графу без вилучення плоского підграфу. Даний метод полягає у отриманні (віртуального) плоского графу з будь-якого графа, шляхом заміни кожного перетину дуг на віртуальний вузол.

Неплоский мережевий граф може розглядатися як віртуальний плоский граф. Тобто додається віртуальний вузол у кожній точці, де перетинаються два або більше ребер, і відповідно у цих віртуальних точках розділяються ребра. Таким чином, отримується віртуальний плоский граф, який складається з оригінальних вузлів мережі і віртуальних вузлів. Якщо вихідний граф з'єднаний так, що він є віртуальним плоским графом, і якщо застосувати маршрутизацію гранями у даному віртуальному графі, то можливо визначити шлях до місця призначення. Даний шлях має назву віртуальний шлях, оскільки він може містити віртуальні вузли. Віртуальний вузол не може отримати або відправити пакет.

Для моделювання маршрутизації гранями у віртуальному графі потрібно розглянути два питання. Перше полягає в обчисленні віртуального шляху, а друге у знаходженні реального шляху у мережі, який слідує віртуальному.

Віртуальний шлях буде обчислюватися одне ребро за один раз (рис.1).

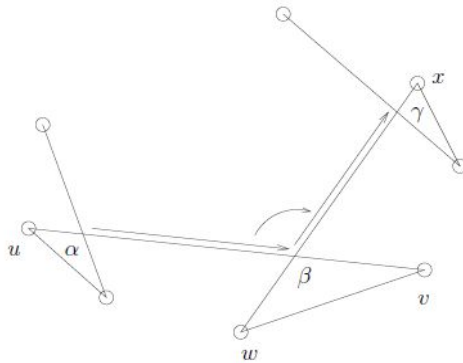


Рис.1. Визначення наступного віртуального ребра

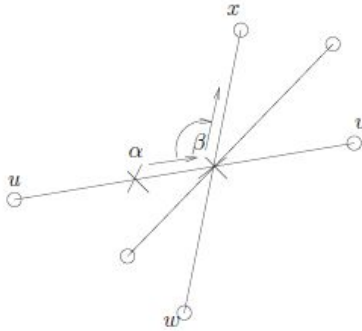


Рис.2. Вхідні та вихідні параметри алгоритму

З цієї обмеженою інформацією віртуальний шлях може бути визначений, якщо розподілити обчислення іншим способом. На кожному кроці обходу вважаємою початковою точкою поточного віртуального ребра і (u, v) реальне ребро, яке її містить; вузол u визначає кінцеву точку β поточного віртуального ребра, яка також є початковою точкою наступного віртуального ребра, а (w, x) реальне ребро, яке містить її. Щоб знайти реальний шлях, яким слідує віртуальне ребро, вузол u обчислює реальний шлях до w . У даному розподіленому обчисленні ребер віртуального шляху, два кінця віртуального ребра можуть бути визначені при різних реальних вузлах. Алгоритм виконує обчислення згідно процедури $((u, v), \alpha, \beta, (w, x), \pi)$. Тобто, вхідними параметрами даного алгоритму є (u, v) і α , де (u, v) є реальним ребром, яке містить поточне віртуальне ребро і α є початковою точкою поточного віртуального ребра. α може бути або вузлом u або внутрішньою точкою на ребрі (u, v) . Вихідними даними алгоритму є β , кінцева точка поточного віртуального ребра, яка також є початковою точкою наступного віртуального ребра; (w, x) - ребро, яке містить наступне віртуальне ребро; і π - шлях від вузла u до вузла w , по якому пакет може бути направлений до w для продовження обходу. На рис. 2 зображено геометричні залежності між вхідними та вихідними параметрами даного алгоритму.

Якщо вхідні параметри (u, v) містять поточне віртуальне ребро вздовж границі віртуальної грані і α - точка на віртуальному ребрі, то вихідний параметр β алгоритму є кінцевою точкою поточного віртуального ребра і (w, x) - ребро що містить наступне віртуальне ребро вздовж границі цієї ж віртуальної грані.

Після того як кінцева точка β поточного віртуального ребра визначена, вузол u перевіряє чи містить (α, β) будь-яку точку, що знаходиться ближче ніж початкова точка поточної віртуальної грані.

Якщо така точка знаходиться, процес обходу перемикається до наступної віртуальної грані; в іншому випадку, вузол *иперсилає* пакет до вузла *w*, і процес обходу продовжується.

Література

1. E. Kranakis, H. Singh, J. Urrutia. Compass routing on geometric networks // In Proc. 11th Canadian Conference on Computational Geometry. - Vancouver, August 1999. – pp. 51-54.
2. P. Bose, P. Morin, I. Stojmenovic, J. Urrutia. Routing with guaranteed delivery in ad hoc wireless networks // Wireless Networks, №7(6). – 2001. - pp .609-616.

УДК 681.5

СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ (ПО) СИТУАЦИОННОГО ЗАЛА

А.П. Сёмик

*Институт проблем математических машин и систем НАН Украины,
Украина*

Методология и практика построения ситуационных центров (СЦ) в настоящее время получили достаточно глубокое научно-обоснованное развитие [1, 2, 3]. В настоящее время существуют уже и коммерческие предложения как для органов государственной власти (например, [4]), так и организаций различных типов (например, [5]).

Важнейшей компонентой СЦ является ситуационный зал (СЗ). В общем случае, в цикле управления:

наблюдение (мониторинг),
анализ,
прогнозирование,
выработка решения,
реализация управления,

Ситуационный зал рассматривается как место, обеспечивающее эффективную коллективную деятельность (совещание) экспертов по выработке необходимых решений или, другими словами, по решению задач.

Необходимость в совещании появляется каждый раз в случае, когда в объекте управления или/и управляющей системе в соответствующем контексте возникает ситуация, для которой отсутствует однозначное регламентное управляющее воздействие.

Сам термин «совещание» имеет множество ассоциаций в реальной деятельности. И это привносит определенные трудности в автоматизацию деятельности экспертов в СЗ. Например, некорректное масштабирование деятельности большой группы людей в процессе совещания на деятельность малой экспертной группы приводит к немотивированным проектным решениям, а именно внедрению

конференц-систем, поддержке сложных автоматизированных процедур «предоставления слова», «голосования» и т.д.

Кроме того, привычная концентрация внимания только на административно-организационном аспекте существенно сужает семантику понятия «совещание». Хотя, еще в работе [6] Моисеев Н.Н. рассматривал такие организационные формы коллективного решения задач как консилиум, совещание и директивное совещание. Не говоря уже о формализованных методах решения задач, таких как, например, метод Делфи, SWOT-анализ и т.д., а тем более о психологических методах, типа «мозговой штурм» и другие.

Рассмотрим детальной необходимые функции ПО СЗ, ориентированного на деятельность малой экспертной группы.

В жизненном цикле совещания естественным образом выделяются следующие этапы:

подготовка совещания,

проведение совещания,

обработка и «внедрение» результатов совещания.

В соответствии с этими этапами выделяются и соответствующие компоненты/подсистемы ПО. Учитывая имеющуюся обратную связь на базе опыта проведения совещаний и выработки соответствующих решений, следует выделить и четвертую компоненту – методического обеспечения совещания (наименование условное).

Административно-организационные функции первой и третьей компонент ПО целесообразно реализовывать на базе систем электронного документооборота, например [7], с учетом регламентов, принятых в конкретной организации.

Общими данными для первых трех компонент являются материалы совещания, например, организационные документы - повестка дня, сценарий совещания, состав участников и т.д. и информационные документы - презентационные материалы по рассматриваемым вопросам. Эти и другие необходимые материалы размещаются в хранилище данных совещания. Хранилище данных, при необходимости, должно поддерживать и потоковые данные, например, экранные данные мониторинговых, моделирующих и прогнозирующих программ с соответствующих компьютеров.

Поэтому, основной функцией первой компоненты является загрузка хранилища данных совещания, а третьей – формирование, при необходимости, протокола совещания, выгрузка хранилища в архив данных организации и передача выработанных решений в контур управления организации в соответствии с принятым регламентом.

Основными техническими средствами СЗ являются: локальная сеть совещания, полиэкран коллективного пользования и компьютеры

экспертов. Возможными средствами являются средства идентификации участников совещания, средства аудио/видео регистрации, интерактивные графические планшеты, доски и т.д.

Основными функциями подсистемы управления совещания являются:

регистрация участников совещания,

координация и управление выводом данных в необходимые зоны полиэкрана,

управление выводом данных на монитор эксперта в синхронном и асинхронном режимах относительно текущей зоны полиэкрана,

управление выводом потоковых данных в синхронном и асинхронном режимах в контекстах: с текущего момента – любого предыдущего доступного момента и зона полиэкрана – монитор эксперта,

поддержка основных регламентных процедур, определенных сценарием совещания, например, голосования,

формирование необходимых коммуникационных документов на основании сообщений участников в соответствии с определенными правами доступа, например, - предложения по решению, лист голосования, протоколы коммуникации экспертов посредством электронных сообщений и т.д.

Функции подсистемы методического обеспечения совещания должны поддерживать следующие возможности:

накопление и ведение методических и регламентных материалов по коллективной деятельности экспертов в процессе решения поставленных задач,

выявление, формализация и, возможная автоматизация регламентов подготовки, проведения и обработки результатов совещания для различных классов задач и ситуаций,

выработка требований к информационным материалам совещания, особенно, в их визуальной части, в контексте предметных областей и задач,

накопление и обобщение опыта действенности принятых решений и выработка требований к ним в контексте предметных областей и задач,

накопление и обобщение опыта и выработка требований к организации коллективной деятельности экспертов в контексте предметных областей, задач и методов их решения,

реализация регламентных процедур/операций для новых методов,

согласование и генерация/конструирование необходимых сценариев совещания,

накопление и ведение обучающих курсов по работе в ситуационном зале.

Анализ деятельности и накопление опыта целесообразно осуществлять на основании стратифицированных семантических

сетей, основанных на категориях/понятиях опыта деятельности в соответствующих предметных областях, схем постановок задач, схем принятых решений и последующих оценок эффективности этих решений.

Такой подход обеспечивает эффективность деятельности организации за счет внедрения в регламент организации описания типовых задач и схем их решения посредством интерфейса с Системой поддержки принятия решений (СППР).

Однако, как уже говорилось выше, ограничение представления деятельности экспертов только административно-коммуникативным аспектом и формализованными методами решения задач ограничивает эффективность желаемых результатов.

Возникает настоятельная необходимость обратить внимание на эксперта, как на инструмент анализа ситуации, формулирования и решения соответствующих задач. И это внимание целесообразно сфокусировать на комплексе таких понятий как – состояние эксперта (в психофизиологическом плане), роль и позиция (наблюдателя) эксперта в процессе коллективного решения задачи, сценарии (поведенческие) и схемы (структурные) решения задач соответствующих типов.

В докладе детально раскрыты основные положения тезисов и проиллюстрированы соответствующими примерами.

Литература

1. Морозов А.А., Яценко В.А. Ситуационные центры – основа стратегического управления // Математичні машини і системи. – 2003. – № 1. – С. 3–14.
2. А.А. Морозов, Г.Е. Кузьменко, В.И. Вьюн, В.А. Литвинов. Ситуационные центры. Основные принципы конструирования. // Математичні машини і системи, 2006, № 3, - С. 73-79.
3. Холин А.Н. Ситуационный центр как особый класс информационных систем. [электронный ресурс]. Режим доступа : URL : <http://www.np-nic.ru/publikatsii/informatika/36> – Наименование с экрана
4. Ситуационный центр компании Стинс Коман [электронный ресурс]. Режим доступа : URL : <http://www.stinscoman.com/situationcenter.html> – Наименование с экрана
5. Ситуационный центр компании НТ Групп [электронный ресурс]. Режим доступа : URL : <http://ntgk.ru/solutions/system-integration/situacionnii-centr> – Наименование с экрана
6. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. – Москва: Наука, 1981. – 488с.
7. Сайт компании ЭОС - «Электронные Офисные Системы» [электронный ресурс]. Режим доступа : URL : www.eos.ru – Наименование с экрана

УДК 519.683.8

ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМ [ИЗ] СИСТЕМ И ИХ РЕШЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ ФОРМАЛЬНЫХ СПЕЦИФИКАЦИЙ

М.В.Савельев

Институт проблем математических машин и систем, Украина

Непосредственное управление информацией посредством программного обеспечения позволило перейти от построения комплексных искусственных систем к более сложным образованиям, именуемым в настоящее время глобальными системами или системами [из] систем (англ. System of Systems). Этому немало поспособствовало повсеместное применение объектно-ориентированной парадигмы, выведшее программирование из мира математических формул и описания процессов в мир моделирования окружающего мира в интуитивно близких человеку концепциях объекта, его свойств и поведения.

Проблематику сложных комплексных систем заложил Рассел Акофф в рамках развития общей теории систем и системного анализа. И хотя в своей работе [2] он говорил больше о системе концепций систем, именно его исследования заложили фундамент в последующую концепцию для «системы [из] систем», как интеграцию отдельных и самостоятельных систем в единое целое – большую систему, имеющую свои уникальные качества. Развитие компьютерных сетей и коммуникаций сделало возможным построение таких сложных систем, технологии распределенных вычислений, локальные и глобальные сети, а далее интернет и облачные вычисления показали жизнеспособность таких конструкторов, что не могло не привлечь внимание военных, в частности Министерство обороны США. Выполненное в рамках данной организации исследование привело к появлению в августе 2008г. «Руководства по системному проектированию систем из систем» [5].

В частности вышеупомянутый документ определяет систему [из] систем (СиС) как набор или такую организацию систем, когда независимые и полезные системы интегрированы в более крупную систему, которая предоставляет уникальные возможности [15]. В этом смысле как СиС, так и входящие в ее состав системы, полностью соответствуют классическому определению системы из системного анализа, и обладают свойством эмерджентности – т.е. целое есть нечто большее, чем сумма систем. Следует отметить, что формальное определение системы [из] систем еще окончательно не устоялось, так например, в статье Янера Бар-Яма «Характеристики и возникающее поведение систем [из] систем» [4], приводится, по крайней мере, шесть

различных определений из разных областей знаний, включая биологию, социологию, информатику и военные науки.

Как отмечается в работе Вильяма Кроссли [3], концепция «системы [из] систем» по настоящему оформилась только несколько лет назад, фактически в начале XXI века. И у данной концепции можно выделить следующие основные направления научных исследований: 1) задачи оптимизации; 2) принятие решений в условиях неопределенности; 3) теория игр; 4) предметно-ориентированное моделирование и симуляция.

Несмотря на тот факт, что изучением систем [из] систем занимается системотехника, или как ее принято называть в современное время – системная инженерия, значительная часть вопросов по интеграции и обеспечению взаимодействия на уровне передачи информации между входящими в состав СиС отдельными системами находится в компетенции программной инженерии, как науки о проектировании, разработке и сопровождении программного обеспечения (ПО).

ПО в своем жизненном цикле подвержено изменениям, как со стороны изначальных к нему требований, так и исходя из собственной природы – как обработчика постоянно изменяющейся во времени информации, в контексте сосуществования с другим программным обеспечением, разнородным оборудованием, локальными и глобальными сетями. Системы [из] систем имеют сходные проблемы. Ерик Хоноур отмечает, что невозможно поддерживать актуальный набор требований к СиС исходя из непрекращающихся изменений во входящих в ее состав системах. Зачастую невозможно поддерживать единое видение по использованию СиС, поскольку ее пользователи изобретают новые способы по ее использованию [7]. Именно здесь на помощь системной инженерии приходят методики, наработанные при создании программного обеспечения. Ё Ан Лейн предлагает использовать унифицированный язык моделирования UML [6], а Ерик Хоноур методы быстрой разработки (Agile) [7].

Одним из перспективных направлений в области решения вышеупомянутых проблем является аппарат математической логики и исчислений высказываний, который дает надежду на решения не только задачи тестирования, актуальной на заключительных этапах жизненного цикла разработки программного обеспечения, но и задачи верификации и валидации уже на ранних этапах создания ПО. В общем случае данный аппарат известен под именем формальных спецификаций. И исходя из основных публикаций, в последнее время наибольшее распространение получили последовательные методы, основанные на моделях.

VDM – или Венская модель разработки уходит своими корнями в исследования лаборатории IBM в Вене еще в середине 1970х. Интерес к данной методологии периодически угасал и возникал вновь, в первую очередь благодаря смене основных парадигм программирования в 1990х годах XX века от процессориентированной (структурной и функциональной) к объектно-ориентированной. Однако разработка объектно-ориентированного расширения VDM, так называемой VDM++ вернуло интерес программисткой общественности к данной методике и даже стало вопросом обсуждения на 16ом международном симпозиуме по формальным методам, прошедшем в г.Айнховен (Голландия) в 2009г. Работа Андреаса Мюллера «VDM –Венская модель разработки» [14] является наиболее актуальной по этому вопросу и содержит не только описание этого нового объектно-ориентированного расширения модели VDM, но и инструмента VDMTools, позволяющего осуществлять непосредственную генерацию программного кода на языке Java из моделей VDM.

Z-спецификация (Z-нотация) - формальный язык спецификации, используемый для описания и моделирования программ и их формальной верификации. Первоначально ее предложил Жан-Реймон Абриаль (Jean-Raymond Abrial) в 1977 году при участии Стива Шумана (Steve Schuman) и Бертранда Мейера (Bertrand Meyer), однако процесс доработки и стандартизации данного языка занял длительный срок и был завершен только в 2002г. Z-нотация основана на стандартной математической нотации, используемой в теории множеств и логике предикатов первого порядка. Информацию про Z-спецификации можно подчерпнуть в работе Бернарда Беркета «Язык Z-спецификации» [13]. Как и VDM, в конце XX века Z-спецификации пережили кризис смены парадигм программирования, что потребовало адаптации Z-спецификации к общепринятой объектно-ориентированной парадигме. Так появилась Object Z – объектно-ориентированное расширение Z нотации, разработанное в университете Квинсленд Австралия [1]. Параллельно с разработками в Австралии по приспособлению Z-спецификации и вообще формальных спецификаций к объектно-ориентированной парадигме, такие работы шли в Англии, которые закончились созданием языка Z++.

В дополнении к Z-спецификации Жан-Реймон Абриаль предлагает отчасти более упрощенный, но с другой стороны более ориентированный на процесс создания программного кода методом улучшений В-метод. По сути, был предложен инструмент для программистов, нежели математиков, что положительно было воспринято программистским сообществом. Вскоре появился новый

формальный метод, именуемый Event-B и соответствующие инструменты, из которых относительную популярность получили Rodin, B Toolkit и Atelier B. По B методу и его расширениям следует обратить внимание на работы [9], [10], [11], [12].

Работы по созданию одновременно практичного, но, тем не менее, математически обоснованного инструмента по созданию качественного программного кода, но главное его верификации и валидации, обеспечивающей убедительные доказательства его «правильности», не останавливаются. Здесь следует отметить книгу Дениела Джексона «Абстракции ПО: Логика, Язык и Анализ» [15], изданной MIT Press в 2006г, но к сожалению до сих пор не переведенной на русский язык.

Проблема качества программного обеспечения, его надежной и безотказной работы преследует разработчиков и пользователей ПО на протяжении всего времени существования компьютерных систем. Попытки использования аппарата математической логики и исчислений высказываний для решения данных проблем известны еще 70х годов XX века. В 80х уже были разработаны методы, основанные на формальной логике, которые однако, до настоящего времени, так и не покинули пределы академических заведений. Следует констатировать факт, что в XXI веке формальные методы так и не стали стандартным инструментом программистов-разработчиков. По мнению Яна Сомервилла [8] это объясняется следующими факторами:

1. Активное использование структурной и объектно-ориентированной парадигмы.
2. Изменения в рыночных ожиданиях, когда для потребителя главным стали являться не качество как таковое, но скорость появления продукта на рынке.
3. Ограниченность сферы применения формальных методов.
4. Ограниченность формальных методов при масштабировании проектов.

В то же время, для задач в области атомной энергетике, аэрокосмическом и военно-техническом комплексе формальные спецификации нашли свое применение. Это объясняется тем, что стоимость отказа в системах, управляемых данным ПО существенно превышает затраты на использование формальных методов.

Литература

1. David Carrington, Ian MacColl, Jason McDonald, Leesa Murray and Paul Strooper, From Object-Z specifications to ClassBench test suites, University of Queensland, 2000
2. Russell L. Ackoff, Towards a System of System Concepts, University of Pennsylvania, 1971

3. William A. Crossley, SYSTEM OF SYSTEMS: AN INTRODUCTION OF PURDUE UNIVERSITY SCHOOLS OF ENGINEERING'S SIGNATURE AREA, School of Aeronautics and Astronautics, Purdue University
4. Yaneer Bar-Yam, The Characteristics and Emerging Behaviors of System of Systems, NECSI Jan/07/2004
5. Systems Engineering Guide for Systems of Systems, US DOD, Version 1.0, August 2008
6. Jo Ann Lane, System of Systems Capability to Requirements, University of Southern California, 2012
7. Dr. Eric Honour, Verification and Validation Issues in Systems of Systems, 1st Workshop on Advances in Systems of Systems (AiSoS 2013) EPTCS 133, 2013
8. Ian Sommerville, Software Engineering, 2009
9. Stefan Hallerstede, Justifications for the Event-B Modelling Notation, ETH Zurich Switzerland
10. Stefan Hallerstede, Michael Jastramb, Lukas Ladenberger, A Method and Tool for Tracing Requirements into Specifications, February 6, 2013
11. J. Christian Attiogbé, The B Method - Event B Formal Software Construction, November 2008, maj 11/2013
12. Jean-Raymond Abrial, Modelling, Refining, and Proving with Event-B, <http://event-b.org>
13. Bernhard Beckert, The Z Specification Language, UNIVERSITÄT KOBLENZ-LANDAU
14. Andreas Muller, VDM - The Vienna Development Method, Johannes Kepler University Linz, 2009.
15. Daniel Jackson, Software Abstractions: Logic, Language, and Analysis, The MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, England, 2006

УДК 004.94

О МОДЕЛИРОВАНИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ ПОСРЕДСТВОМ СОЦИАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

А.А.Ткачук

*Национальный технический университет Украины "Киевский
политехнический институт", Украина*

Социальные сети как системные объединения людей представляют из себя сложнейшие структуры в тех случаях, когда речь заходит об управлении ими. При моделировании социальной сети первичной является задача сохранения структуры взаимосвязей между ее участниками, логичным выбором является агентно- ориентированное представление сети.[1] В таком случае, соблюдается базовая структура сети, которая являет собой набор взаимосвязанных автономных элементов. Каждый из них в одинаковой степени обладает свободой действий и, используя связи с другими элементами, может влиять на работу системы для достижения своих целей.

Но поскольку каждый узел социальной сети – ее равноправный участник, у сети как системы нет ярко выраженного устройства управления. В социальной науке есть довольно широкий спектр теоретических методов для осуществления процессов так называемого социального управления [2], которые активно используются при построении ряда социальных моделей. Но практически все они предусматривают четкое определение управляющих элементов в составе социальной структуры, – по сути, наличие ярко выраженной иерархии того или иного рода. Это означает, прежде всего, целенаправленное делегирование всеми участниками критически важных организационных функций узкому подмножеству агентов-руководителей в сети. Таким образом, за управляющими элементами закрепляется достаточно обширные возможности воздействия на состояние системы и остальные ее элементы (в индивидуальном или групповом порядке). Неподчинение агентов управляющему кластеру сети, как правило, означает жестко определенные негативные последствия для них.

Указанные методы гораздо эффективны в применении к социальным образованиям, не выделяющим в своей структуре какие-либо управляющие элементы в принципе. Их использование осложняется даже в случае с социальными сетями с элементами самоорганизации, поскольку сам процесс самоорганизации не подразумевает обязательное выделение управляющего аппарата, но направлен на непрерывную оптимизацию работы системы, а значит, – на постоянные изменения ее структуры[3]. В случае же социальных систем, не стремящихся целенаправленно к полной или частичной организации своей работы, классическая теория социального управления теряет смысл: для ее использования просто не хватает важнейшей структурной составляющей управляющих элементов.

Практически это значит, что для таких систем невозможно гарантировано изменить состояние сети, подав управляющий сигнал с некоего заранее определенного узла системы. Потенциально, любой участник может попытаться изменить состояние системы, поскольку набор возможных действий является единым для всех узлов сети. Это утверждение исходит из того, что любое действие в пределах социальной сети можно рассматривать как социальное[4], а поскольку каждый из членов сети – полноправный участник ее внутренних (социальных) процессов, он имеет возможность действовать наравне со всеми остальными членами.

При таком подходе к рассмотрению проблемы управление работой системы также возможно осуществлять только путем социального взаимодействия. Исключением являются ситуации, в которых можно управлять элементами сети «вручную», непосредственно создавая

новые узлы и связи, либо изменяя/уничтожая уже существующие. Но злоупотребление ими при моделировании сети вероятно приведет к существенному искажению результатов, а в реальности – к нарушениям функционирования сети (в том числе критическим).

В то же время, эффект от любого из действий будет зависеть, в первую очередь, от ближайшего окружения данного узла, по сути – от его положения в пространстве сети[5]. Под положением агента в пространстве сети в данном случае следует понимать совокупность таких характеристик агента, как:

число ближайших узлов, с которыми он связан напрямую;

характер прямых связей: процент сильных, слабых и временных связей от общего числа;

характер косвенных связей: наибольший путь (число промежуточных узлов или связей) между данным агентом и таковым на «краю» сети, усредненная связанность со всеми узлами сети либо ее выделенного сектора, различные факторы централизованности узла (степенная, промежуточная, близостная, по собственному вектору) и другие параметры.

Поскольку единственным ресурсом в социальной сети также является количество и характер доступных агенту связей с другими ее узлами-агентами[6], а все возможные действия агента рассматриваются в контексте социального взаимодействия, его положение прямо определяет его возможности по влиянию на остальные элементы сети и отношения между ними.

Т.к. агенты взаимодействуют друг с другом, осуществляя социальные действия, эффект от них прямо зависит от их положения в пространстве сети, – но не исчерпывается им. По определению, любое социальное действие включает в себя субъект, объект, средства и методы, и результат[7]. Исходя из этой формулировки, положение агента-субъекта социального действия в пространстве сети определяет характер доступа к агенту-объекту: косвенный или прямой, характер связи (при прямом доступе), длина и характер пути (при косвенном) и т.д. Результат же выражается через степень соответствия состояния сети, к которому стремился агент-субъект при осуществлении действия, реальному полученному состоянию.

Таким образом, кроме субъекта, на результат социального действия влияют его средства и объект. Как указано выше, в контексте социальной сети субъект и его влияние на результат определяются положением агента-субъекта относительно объекта. Для понимания процесса управления необходимо также определить средства и объект социального действия. Для этого я предлагаю рассматривать социальное взаимодействие как передачу информации между двумя сущностями. Это логично, поскольку агент обрабатывает не само

действие, а данные, полученные в ходе его выполнения субъектом (реагирует). При обработке данных также учитываются сведения об источнике и способ их передачи (в данном контексте – средства социального действия).

Это подводит общую структуру работу системы к таковой, описанной у Конте-Кастельфранчи[8]. Они строят все социальное взаимодействие агентов на обмене целями. Каким бы ни было действие, и кто бы его не совершал, в его ходе субъект информирует объекта о своих целях. Информация о субъекте, характере его действий и его цели формируют полный пакет данных, получаемый объектом. На этом этапе сетевое взаимодействие можно полностью описать методами Конте-Кастельфранчи. Но в своем исследовании они не затрагивают вопросы управления с помощью социальных действий. Их агенты-объекты могут в разных формах отвергнуть или принять цели субъектов как средства достижения своих целей. Задача же управления объектом в таком контексте заключается в формировании у него целей, которые приведут к необходимым действиям и изменению состояния системы. Само по себе это осуществимо, поскольку автономные сущности так или иначе все равно меняют и создают для себя новые цели. Они при этом руководствуются (в рамках сети) данными о своем окружении. И для влияния на цели объекта субъект должен (напрямую или через окружение) предоставить соответствующую информацию. Но, поскольку результат зависит в том числе и от характеристик объекта, субъекту необходимо выяснить их для себя с помощью социальных действий (активных или пассивных). Наконец, на основании всех полученных данных субъект обязан сформулировать социальное действие управления.

Вкратце о средствах социального действия. Их можно представить как дополнительный набор данных, который обрабатывается наравне с основными сведениями о действии. Очевидно, что при моделировании сети невозможно отразить все реальные средства социального действия. Но среди них можно выделить подкатегории, которые достаточно будут характеризовать их структуру и будут приемлемы для построения модели. На данный момент характеристика средств социальных действий представлена вектором. За основу его элементов взята классификация социальных действий Ю. Хабермаса (основанных на исследованиях М. Вебера) [9]: стратегическое, нормативное, драматургическое, коммуникативное.

Эта теория выбрана за основу как наиболее подходящая для данного исследования – Хабермас как раз пытался рассмотреть социум в контексте действий его индивидов с учетом их последствий для социума и его отдельных членов. Каждая из этих категорий довольно

четко очерчивает спектр доступных средств социального действия. Во всяком случае, то или иное средство действия можно выразить, указав количественно его отношение ко всем четырем типам. Выбор классификации может быть изменен в пользу более подходящей для данного исследования, но это не повлияет на принципы ее использования.

Что касается объекта, главная его характеристика – реакция на социальное действие. Классификация Хабермаса и здесь позволяет описать восприимчивость агента к той или иной информации. Векторы вероятного поведения и субъекта, и объекта могут быть добавлены, дополнены и упрощены по мере необходимости.

Что касается формализации самого процесса осуществления социального действия между двумя и более агентами, упомянутые исследования Конте-Кастельфранчи содержат достаточно соответствующего теоретико-практического материала, и серьезных затруднений при его адаптации под данное исследование не ожидается. Но этот вопрос будет решаться уже после первоочередной задачи – описания агента управления, способного на основе сведений о своем сетевом окружении оказывать влияние на остальных участников, осуществляя управление системой с помощью социального взаимодействия.

Литература

1. Riitta Toivonen, Jukka-Pekka Onnela, Jari Sarama. A model for social networks // Laboratory of Computational Engineering, - Helsinki University of Technology, - Finland, - Available online 2 May 2006;
2. Щекин Г. Социальное управление как система // Международный журнал "Проблемы теории и практики управления", - 1997.
3. Поздняков А. В. Самоорганизация целостных систем как результат спонтанного стремления к равновесию // Оптика атмосферы и океана. — 2002. — Т. 15, № 1.- С.101-109;
4. Charles Zastrow, Karen Kay Kirst-Ashman. Understanding human behavior and the social environment // Brooks/Cole-Thomson Learning, - 2004, - Chapter 1, - P. 1 - 49;
5. Вебер М. Основные социологические понятия // Избранные произведения. — М.: Прогресс, - 1990;
6. Rosaria Conte, Giulia Andrighetto, and Marco Campenn. Minding Norms : Mechanisms and dynamics of social order in agent societies // Oxford University Press - 2013 - Introduction & Chapter 1, P. 1 - 16.
7. R.J. Rummel. UNDERSTANDING CONFLICT AND WAR: VOL. 2: THE CONFLICT HELIX // 1976, - Chapter 9 Social Behavior And Interaction
8. Rosaria Conte, Cristiano Castelfranchi. Cognitive and Social Action // Psychology Press. - 1995. - P. 44 - 51;
9. Громов И.А., Мацкевич А.Ю. Западная теоретическая социология // М. - 1996.

ОРГАНІЗАЦІЙНІ І ТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ ОРГАНІЗАЦІЇ ЛЕКЦІЙ У РЕЖИМІ ВЕБІНАРІВ

О.П.Дрозд

Чернігівський національний технологічний університет, Україна

Сьогодні досить популярним способом проведення нарад, семінарів, зустрічей є режим онлайн. Це не дань моді і не бажання похизуватися використанням сучасних інформаційних технологій, а цілком робоча необхідність у зв'язку з віддаленістю учасників заходу. Існують різні засоби організації онлайн-заходів, що використовують різні технології, різне обладнання, різну вартість. Тому користувачів завжди цікавлять питання доступності, в тому числі і в грошовому еквіваленті, зручності користування та якості зв'язку.

Враховуючи різні характеристики людського спілкування та сьогоднішні пропозиції систем відеоконференцій можна зробити висновок, що знайти однозначно зручну систему для всіх видів зустрічей не є можливим. Користувачам потрібно опанувати різні системи для різних способів спілкування. Без сумніву, для зв'язку з одним або двома-трьома абонентами зараз найзручнішим є Skype. Все більшої популярності набуває програмне забезпечення GoogleHangouts, де можна організувати зустріч 9 користувачів, проте за умови наявності профілю у Google+. Соціальні мережі також використовують сервіси відеоконференцій. Усі ці засоби найкраще підходять для організації зустрічей з невеликою кількістю учасників, та не зовсім зручні для організації семінарів та лекцій. Причиною цього є не тільки обмеження на кількість учасників, тут можна ще вказати і відсутність повноцінного планування подій та необхідність розсилання запрошень кожному з учасників.

Для проведення лекцій у режимі онлайн зручніше використовувати системи відеоконференції зв'язку та системи вебінарів [1]. Системи відеоконференції зв'язку будуть більш корисними для обладнання спеціальних аудиторій (рис 1). У цьому плані перевагою виступає не тільки якість і захищеність зв'язку, а і наявність потужних мікрофонів, відеокамер, які входять у комплектацію систем, та можливість організувати в аудиторії ефект телеприсутності. Недоліками цих систем можна назвати високу вартість обладнання, складності у організації багатоточкового зв'язку, ручне планування подій.

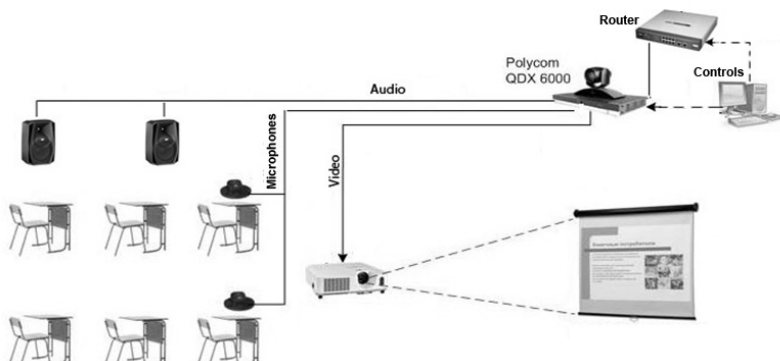


Рис. 1. Схема обладнання аудиторії

Вебінари сьогодні є найдешевшим і найзручнішим способом організації онлайн-лекцій з широкими можливостями. Для участі у вебінарі користувачу достатньо зайти в систему, використовуючи гіперпосилання у браузері. З точки зору організації вебінарів є ряд особливостей, візьмомо до розгляду деякі з них:

1. Вибір системи вебінарів. У Інтернет існує багато готових сервісів, однак вони мають ряд обмежень на використання у безкоштовному режимі. Тому доцільним може бути використання власного серверу з встановленою системою вебінарів. Серед систем з відкритим кодом найбільш популярними є OpenMeetings [2] та BigBlueButton [3]. Досвід використання системи OpenMeetings для організації вебінарів в університетській системі дистанційного навчання та у проекті Tempus IT-аутсорсінга наведено нижче.

2. Планування вебінарів. Система OpenMeetings має свій календар для планування подій-вебінарів. Кожна подія опирається на свою віртуальну кімнату вебінарів, куди можна запросити учасників, використовуючи електронну пошту. Проте календар у цій системі персоналізований, користувач бачить свої події та події тільки тих користувачів, з якими він обмінявся запрошеннями. Це не досить зручно для організації деякого загального розкладу лекцій, щоб лектор не витрачав час на розсилання персональних запрошень усім учасникам.

3. Інтеграція з іншими системами. Враховуючи те, що вебінари зазвичай є складовою частиною навчального процесу, їх інтегрують до інших систем, використовуючи плагіни. Наприклад, інтеграція з системою дистанційного навчання Moodle досить проста і зручна. Після встановлення плагіну до елементів електронного курсу додається OpenMeetings, де можна визначити деякі характеристики віртуальної кімнати вебінарів. Результатом вставки цього елемента у

курс є гіперпосилання на вебінар, по якому учасник попадає прямо у кімнату. Суттєвим недоліком цього плагіну є відсутність планування розкладу лекцій.

Враховуючи розглянуті особливості відеоконференцій та досвід, здобутий в рамках проекту Tempus при створенні підсистеми онлайн-спілкування для інтегрованої інформаційної системи центрів ІТ-аутсорсинга, можна сказати, що мінімізація витрат часу лектора на організацію вебінарів та зручність доступу до них учасників може бути реалізована шляхом створення спеціалізованого порталу вебінарів.

В університеті такий портал реалізований на базі CMS Joomla з огляду на те, що система OpenMeetings має спеціальний плагін для інтеграції з Joomla (Рис.2). Розклад подій-вебінарів на порталі створюється за допомогою плагіна JEvents, який має широкі можливості у настроюванні характеристик розкладу. Таким чином, лектор достатньо створити розклад подій, у які вкласти гіперпосилання на віртуальні кімнати вебінарів, а також налаштувати режими використання кімнат. Кожен авторизований користувач бачить всі заплановані події і може легко перейти до потрібного лекційного вебінару.

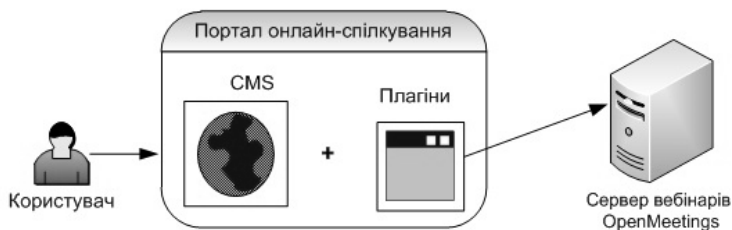


Рис. 2. Організація взаємодії веб-порталу з системою вебінарів

Слід зазначити, що для досягнення простої процедури планування вебінарів потрібне серйозне доопрацювання плагінів. Зокрема доопрацювання необхідне для забезпечення таких функцій: розділення прав доступу щодо створення та редагування подій; вставка у події гіперпосилань на віртуальні кімнати вебінарів; можливість створення, редагування, видалення кімнат вебінарів без необхідності доступу до адміністративної панелі Joomla; перевірка зайнятості кімнат під час планування подій; різні режими фільтрації подій; організація розсилання запрошень на вебінар електронною поштою, як самим організатором, так і шляхом автоматичного нагадування; керування записами вебінарів.

В основному усі зміни стосуються плагінуOpenMeetings.

Намагаючись встигнути за сучасним розвитком інформаційних технологій не слід забувати для кого вони розробляються. Системи, що призначені для колективної людської роботи обов'язково повинні враховувати різні моделі поведінки людей та їх психофізіологічний портрет. Гарні картинки, реклама, безліч всіляких опцій, зацікавленість у чомусь новомудійсно привертають увагу користувачів. Однак людська зайнятість, брак часу, нарешті втома від кількості інформації можуть і негативно вплинути на ефективність використання систем. Тому простота, зручність і достатність повинні бути невід'ємною частиною будь-якої системи.

Література

1. Нагаєва І. А. Организациявебинара. Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». – 2012. –№ 3[Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://naukovedenie.ru/sbornik12/12-33.pdf>.
2. Офіційний сайт проекту OpenMeetings[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://openmeetings.apache.org/>.
3. Офіційний сайт проекту BigBlueButton[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.bigbluebutton.org/>.

УДК 343.37:165.63:519.816

ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ В СИСТЕМІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СОЦІАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ НА ОСНОВІ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Н.А. Фурсова

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка,
Україна*

Зростання диспропорцій та посилення дестабілізації у соціальній сфері негативно впливає на рівень забезпечення соціальної безпеки, створюючи загрози розвитку особистості, суспільству і державі. Це вимагає оцінювання рівня соціальної безпеки з урахуванням складної системи зовнішніх і внутрішніх зв'язків, динамічності розвитку соціальних процесів на основі такого сучасного та прогресивного інструментарію як імітаційне моделювання, з метою прийняття ефективних управлінських рішень.

Імітаційне моделювання визначають як процес конструювання моделі реальної системи і постановки експериментів над цією моделлю для аналізу та оцінки стратегії розвитку, яка забезпечує функціонування системи[1]. Сутність та практична значимість імітаційного моделювання розкривається через можливість опису слабкоструктурованих соціальних систем в умовах невизначеності, дії стохастичних факторів різного характеру, проведенні аналізу

соціально-економічних процесів, визначенні великої кількості альтернатив та сценаріїв розвитку прийнятих управлінських рішень. Досліджуючи поведінку соціальної системи у часі, аналізуючи її стан під дією взаємопов'язаних та взаємообумовлених внутрішніх і зовнішніх чинників, необхідним є визначення і опис елементів, які формують інформаційну модель системи забезпечення соціальної безпеки і механізми управління. На державному та регіональному рівні механізм управління соціальною безпекою визначається як цілісна система послідовних етапів, взаємопов'язаних і взаємодіючих структурних елементів, що визначає порядок, особливості, методи та інструменти цілеспрямованого впливу органів державної влади та місцевого самоврядування (суб'єктів управління) на соціально-економічні процеси на державному та регіональному рівні (об'єкти управління) з метою перешкодження виникненню, послабленню або подоланню загроз соціальній безпеці [2].

Для виявлення можливих ризиків та загроз соціальній безпеці спроектовано і реалізовано імітаційну модель, що дозволяє визначити та систематизувати низку показників, що описують стан та впливають на систему. Для досягнення оптимального стану забезпечення соціальної безпеки задано граничні інтервали допустимого рівня безпеки, це дозволило оцінити вплив та взаємозв'язок кожної результуючої змінної на стан системи. На основі проведеного аналізу сценарного розвитку, перехід на траєкторію зростання соціальної сфери, її трансформація до ринкових умов господарювання здійснюється за рахунок підвищення рівня стимулювання соціальних інновацій та інвестицій; стабілізації процесів відтворення населення; покращення системи забезпечення охорони здоров'я; підвищення соціальних інвестицій та збільшення життєвого потенціалу населення; усунення загроз негативного впливу навколишнього середовища; підвищення доступності освіти та духовного розвитку громадян протягом усього життя; створення умов для творчої самореалізації та формування збалансованої сфери зайнятості населення відповідно до вимог забезпечення конкурентоспроможності держави.

В дослідженні рівня забезпечення соціальної безпеки визначено основні переваги програмного інструментарію імітаційного моделювання [3]: поєднання неформального апарату узагальнених схем із класичними моделями системного аналізу та складними математичними операціями, це забезпечило комплексність вирішення проблем у соціальній сфері, що виникають; використання сучасних технологій для реалізації імітаційних експериментів; можливість аналізу та оцінки соціальної системи у режимі реального часу на основі моделей віртуальної реальності.

Використання методології імітаційного моделювання дозволяє підвищувати ефективність прийняття управлінських рішень, зменшувати ризик настання потенційних загроз, аналізувати чинники впливу на показники соціальної безпеки. Також надає можливість проводити дослідження слабкоструктурованої соціальної системи, управління якої пов'язано з прийняттям управлінських рішень в умовах невизначеності поведінки системи. Управлінські рішення ґрунтуються на результатах імітаційного моделювання, що дозволяють отримувати адекватну інформацію про ситуацію в умовах неоднозначності, суперечливості та неповноти даних, це забезпечує оцінку наслідків реальних та потенційних загроз гармонійному розвитку на державному та регіональному рівні.

Література

1. Томашевський В.М. Моделювання систем. – К. : Видавнича група БНУ, 2005. – 352 с.
2. Снігова, О.Ю. Механізм державного та регіонального управління соціальною безпекою/ О.Ю. Снігова // Стратегічні пріоритети. – 2007. №2(3). С. 87-92.
3. Моделирование устойчивого развития регионов: Монография / Под общей ред. д.э.н, проф. Кизима Н.А. – Х.: ИД «ИНЖЕК», 2010. – 180 с.

УДК 517.957

АЛГОРИТМ ОЦІНКИ УСПІШНОСТІ ЗАСВОЄННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ СТУДЕНТОМ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ НЕЧІТКИХ МНОЖИН

А.Г. Гребенник, І.С. Скітер, О.В. Трунова

Чернігівський національний технологічний університет, Україна

Реформування системи вищої освіти вимагає нового змісту та пошуку нових ефективних форм, засобів і методів підготовки, створення відповідної навчальним можливостям студентів моделі навчання [1]. Суттєвою особливістю вищої освіти є складність кількісного оцінювання процесу навчання. Однозначного переліку відповідних показників не існує оскільки відсутні чіткі уявлення про те, які кількісно вимірні фактори впливають на якість підготовки, якими достовірно оцінюючими показниками вона виражається, яка вірогідність цих показників і т.д.

Нечіткість такого подання не дозволяє отримувати адекватні кількісні описи досліджуваних параметрів застарілими методами математичного моделювання, а тому змушує шукати вирішення класичних задач освітнього процесу неklasичними методами.

При інтегральній оцінці знань студента з використанням лінгвістичних змінних необхідно вести облік кількісних і якісних

факторів. У результаті проведення пасивних експериментів проводиться оцінка досліджуваних характеристик, для яких задаються обмеження у вигляді порогових значень.

При побудові моделі формування лінгвістичної оцінки успішності засвоєння дисципліни студентом в якості вхідних змінних використовуються як кількісні фактори (Q - кількість запитань, b_k - кількість правильних відповідей, Σ - сумарний бал), так і якісні фактори (x_1 - рівень засвоєння на 2 (незадовільно); x_2 - рівень - на 3 (задовільно); x_3 - рівень - на 4 (добре); x_4 - рівень - на 5 (відмінно)) [2].

Алгоритм формування лінгвістичної оцінки успішності освоєння дисципліни студентом полягає в наступному:

1. Провести нормування накопиченої суми балів на відрізок $[0;100]$ за рівнями.

2. Задати класифікаційну шкалу і функції належності якості лінгвістичних змінних x_i , $i = \overline{1,4}$. Лінгвістичні змінні: x_1 - рівень засвоєння на 2 (незадовільно); x_2 - рівень - на 3 (задовільно); x_3 - рівень - на 4 (добре); x_4 - рівень - на 5 (відмінно), інтерпретуємо у вигляді терм-множини з тривимірною шкалою $T2 = \{НВ, ВН, ЦВ\}$, де значення НВ – «не відповідає рівню засвоєння на (2, 3, 4 або 5)», ВН – «відповідає незначним чином» і ЦВ – «цілком відповідає».

Кожна з лінгвістичних змінних «рівень - на 2 (3, 4, 5)» має одну трикутну криву належності (1) і дві Т- подібних кривих належності (2) ($\mu_{x_i}^{HB}, \mu_{x_i}^{BH}, \mu_{x_i}^{CB}$, $i = \overline{1,4}$), у загальному вигляді які можуть бути задані виразами:

$$\mu_{\Delta}^j(x_i, a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a, \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x \leq b, \\ \frac{c-x}{c-b}, & b < x \leq c, \\ 0, & c < x, \end{cases} \quad (1)$$

де $i = \overline{1,4}$; $j \in \{T2\}$; a, b, c - деякі числові параметри, що характеризують основу трикутника (a, c) і його вершину (b), до того ж має виконуватися умова: $a \leq b \leq c$.

$$\mu_T^j(x_i, a, b, c, d) = \begin{cases} 0, & x \leq a, \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x \leq b, \\ 1, & b < x \leq c, \\ \frac{d-x}{d-c}, & c < x \leq d, \\ 0, & d < x, \end{cases} \quad (2)$$

де $i = \overline{1,4}$; $j \in \{T2\}$; a, b, c, d - деякі числові параметри, що характеризують нижню основу трапеції (a, d) і верхню основу трапеції (b, c), що набувають довільні дійсні значення і впорядковані відношенням: $a \leq b \leq c \leq d$. Значення параметрів a, c, b, d можуть уточнюватись згідно з експериментальними даними.

3. Визначити класифікаційну шкалу і функції належності якості досліджуваного параметра (вихідної змінної) «Оцінка успішності засвоєння дисципліни студентом» у вигляді терм-множини значень $T1 = \{\text{незадовільно (Н), задовільно (З), добре (Д), відмінно (В)}\}$. Лінгвістична змінна «Оцінка успішності засвоєння дисципліни студентом» має дві трикутних кривих належності і дві Т-подібних кривих належності ($\mu_F^H, \mu_F^3, \mu_F^D, \mu_F^B$).

4. Визначити нечіткі продукційні правила оцінки успішності засвоєння дисципліни студентом (табл. 1).

Таблиця 1. Нечіткі продукційні правила

Правило	Вид терму	Змінна				F
		x_1	x_2	x_3	x_4	
БП1	НВ	+				F ^B - відмінно
	ВН		+	+	+	
	ЦВ				+	
БП2	НВ	+				F ^D - добре
	ВН		+		+	
	ЦВ			+		
БП3	НВ	+			+	F ^D - добре
	ВН		+			
	ЦВ		+	+		
БП4	НВ					F ^D - добре
	ВН	+				
	ЦВ					
БП5	НВ	+			+	F ³ - задовільно
	ВН	+		+		
	ЦВ		+			
БП6	НВ	+		+	+	F ³ - задовільно
	ВН	+	+			
	ЦВ					
БП7	НВ		+	+	+	F ^H - незадовільно
	ВН	+				
	ЦВ	+				
БП8	НВ				+	F ^H - незадовільно
	ВН		+	+		
	ЦВ	+				

5. Акумулявання висновку за всіма правилами проводиться із застосуванням операції *max*-диз'юнкція. При дефазифікації

використовується метод центру тяжіння для дискретної множини значень функцій належності.

Розроблений алгоритм оцінки успішності освоєння дисципліни студентом на основі теорії нечітких множин дозволяє проводити інтегральний облік як кількісних (кількість запитань, кількість правильних відповідей, сумарний бал), так і якісних факторів (x_1 - рівень засвоєння на 2 (незадовільно); x_2 - рівень - на 3 (задовільно); x_3 - рівень - на 4 (добре); x_4 - рівень - на 5 (відмінно), враховуючи невизначеність останніх. Встановлюючи критерій значущості рівня надійності функцій належності якості вхідних (вихідних) змінних, можна міняти підсумкові результати залежно від групового рівня підготовленості студентів.

Експериментально встановлено, що застосування алгоритму оцінки успішності засвоєння дисципліни студентом дозволяє достатньо точно виставити оцінку при проходженні адаптивного тестування.

В рамках накопичувальної модульно-рейтингової системи використання теорії нечітких множин дозволяє накопичувати бали за 100-бальною шкалою за всіма видами навчальної роботи і формувати підсумковий бал залежно від максимально можливих балів, встановлених за кожен обсяг виконаної роботи [3].

Література

1. Національна доктрина розвитку освіти України у XXI столітті: Проект // Освіта. - 2001. - №60-62, 24-31 жовтня.
2. Домрачев В.Г., Полещук О.М., Ретинская И.В. Нечеткие модели рейтинговых систем оценки знаний [Электронный ресурс]. – http://www.ict.edu.ru/vconf/files/tm01_627.doc.
3. Трунова О.В. Організація модульно-рейтингового контролю з теорії ймовірностей і математичної статистики в економічному ВУЗі//Наукові записки: [збірник наукових статей]. К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2010.- (Серія педагогічні та історичні науки). - Випуск LXXXIX (89). С. 211-220.

УДК 517.977

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ТОЧКИ МАКСИМАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ

А.В. Красножон

Черниговский национальный технологический университет, Украина

Состояние энергетической отрасли Украины в последние годы характеризуется резким возрастанием спроса на использование солнечных батарей в качестве источников электрической энергии. Такой подход является оправданным в случае обеспечения

электрической энергией относительно небольших по мощности потребителей, к тому же, он позволяет снизить уровень загрязнения окружающей среды. Однако, использование солнечных батарей имеет несколько недостатков:

- весьма низкий КПД (порядка 15-19%);
- генерация электрической энергии сильно зависит от состояния окружающей среды (температуры, плотности мощности солнечного светового потока, времени суток, осадков);
- величина выходной электрической мощности солнечной батареи определяется величиной нагрузки.

Исходя из анализа вольт-амперной характеристики типичной солнечной батареи, можно сделать вывод, что при заданной величине мощности падающего светового потока, её электрическая мощность будет максимальной только в одной точке. Очевидно, что в облачную погоду обеспечить неизменную величину падающего светового потока невозможно, поэтому для получения максимальной мощности необходимо регулировать величину сопротивления нагрузки. Система управления, которая позволяет поддерживать солнечную батарею в режиме генерации максимальной мощности и называется системой отслеживания точки максимальной мощности (в иностранной литературе более известны, как MPPT – Maximum Power Point Tracking) [1].

Существует несколько групп методов, используемых для построения таких систем, и все они основаны на измерении выходных величин солнечной батареи (напряжение, ток или мощность) и сравнении их с некоторыми заданными эталонными величинами. Ни один из этих методов не предполагает использование нечёткой логики, что может быть весьма полезным, поскольку настройку режима работы солнечной батареи не всегда может осуществляться экспертом в данной предметной области [2].

Управляющее устройство в разрабатываемой системе отслеживания точки максимальной мощности строится с использованием аппарата нечёткой логики, он содержит 2 входа. На первый вход поступает разность между текущим измеренным сопротивлением нагрузки батареи и его эталонным значением при данных метеоусловиях. На второй – скорость изменения сопротивления нагрузки (как разность между двумя последовательными измеренными значениями выходного сопротивления). Ввиду инертности энергетических процессов, происходящих внутри полупроводниковых элементов, достаточно осуществлять измерение сопротивления нагрузки с частотой не более 10 Гц.

Получение эталонного значения сопротивления нагрузки для некоторой солнечной батареи представляется возможным благодаря аппроксимации кривой зависимости генерируемой ею мощности от величины плотности потока падающего света. Данная же кривая может быть получена путём лабораторного исследования параметров солнечной батареи, либо на основании её паспортных данных.

На основании изложенного выше, можно предложить дискретную модель системы отслеживания точки максимальной мощности (смотри рисунок 1). Модель разрабатываемой системы была собрана с использованием библиотек моделирования Simulink, входящих в состав программного пакета Matlab. Поскольку данный пакет позволяет строить модели с высокой степенью адекватности [3].

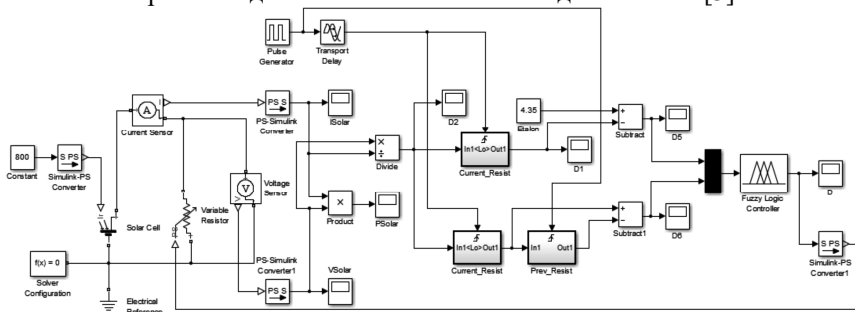


Рис. 1. Модель системы отслеживания точки максимальной мощности

На следующем шаге необходимо осуществить задание функций принадлежности для нечётких множеств каждой из входных лингвистических переменных (смотри рисунок 2). Достаточным количеством функций принадлежности будет 5 для каждой входной переменной. Нечёткий логический вывод будет строиться по правилам Мамдани (поскольку эти правила наиболее применимы для технических систем), для чего так же достаточной 5 функций принадлежности [4]. Для удобства построения таблицы нечётких правил, обозначим функции принадлежности следующим образом: NB – Negative Big; NS – Negative Small; Z – Zero; PS – Positive Small; PB – Positive Big. В таблице 1, приведен набор нечётких правил, в соответствии с которым будет функционировать управляющее устройство.

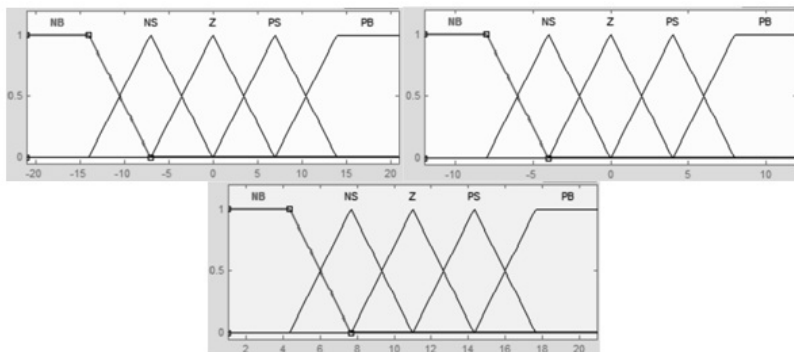


Рис. 2. Функции принадлежности нечётких множеств для первого входа (сверху слева), второго входа (сверху справа) и выхода нечёткого модуля управления (снизу)

Таблица 1. Нечёткие правила устройства управления

Вход 1	Вход 2				
	NB	NS	Z	PS	PB
NB	Z	NS	NB	NB	NB
NS	Z	NS	NB	NS	NB
Z	Z	NB	NS	NB	NB
PS	PS	Z	NS	NS	NS
PB	PB	PS	PS	Z	NS

Изначально параметры функций принадлежности (форма, ширина, высота), а также таблица правил выбирались произвольным образом. Однако, анализ результатов моделирования работы системы (смотри таблицу 2) показал, что она не обеспечивает необходимой точности формирования выходных параметров солнечной батареи. Поэтому, в дальнейшем предполагается использовать генетические алгоритмы для оптимальной настройки нечёткого модуля управления.

Таблица 2. Оценка результатов моделирования

Вход 1	Вход 2				
	NB	NS	Z	PS	PB
NB	Z	NS	NB	NB	NB
NS	Z	NS	NB	NS	NB
Z	Z	NB	NS	NB	NB
PS	PS	Z	NS	NS	NS
PB	PB	PS	PS	Z	NS

Поскольку к выходу солнечной батареи подключается потребитель, величина сопротивления которого (нагрузка) является относительно неизменной, а поиск точки максимальной мощности должен осуществляться посредством изменения этого же сопротивления, то на выходе батареи следует использовать устройство преобразования – DC/DC-инвертор.

Література

1. Salas V, Olias E, Barrado A, Lazaro A. Review of the maximum power point tracking algorithms for stand-alone photovoltaic systems. *Solar Energy Materials & Solar Cells* 2006;90:1555–78.
2. Ebrahim T, Chapman P L. Comparison of photovoltaic array maximum power point tracking methods. *IEEE Transactions on Energy Conversion* June 2007;22(2).
3. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB. SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 288 с., ил. (Серия «Проектирование»).
4. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечёткие системы; пер. с польск. И. Д. Рудинского // Пилинский М., Рутковский Л. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 452 с.

УДК - 004.02+004.03+004.05+005.93

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ БЮДЖЕТУ ВИТРАТ НА ІНФОРМАЦІЙНУ БЕЗПЕКУ В БАГАТОФАКТОРНИХ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМАХ

Є.С. Родін, І.П. Сініцин

Інститут програмних систем НАН України, Україна

Актуальною проблемою сьогодення є прийняття рішень в багатофакторному середовищі. Аналіз багатофакторності ускладнюється в багатьох випадках відсутністю достовірної фактичної інформації про суб'єкти, події, процеси. Залежність реалізації одних подій від інших, представлення реалізації різних сценаріїв ґрунтується в більшості на експертних оцінках. Багато сучасних моделей процесів прийняття рішень намагаються врахувати якомога більше факторів впливу та в той же час нівелювати суб'єктивізм експертних оцінок [1].

Саме такі умови притаманні сфері прийняття рішень щодо управління ризиками інформаційної безпеки в відкритих розподілених системах типу грид [2].

Для прийняття більш ефективних рішень направлених на мінімізацію ризиків інформаційної безпеки пропонується визначити та звести до керованої моделі базові більш сталі об'єктивні та дискретні фактори обмеження (наприклад, бюджет, час) та менш чіткі але достатньо вагомні фактори впливу на різні варіанти реалізації загроз

інформаційної безпеки (наприклад, рівень кваліфікації персоналу, рівень репуґації).

Постановка задачі: Необхідно максимально ефективно розподілити (або спрогнозувати) обмежений бюджет витрат на забезпечення інформаційної безпеки (ІБ) інфраструктури грід-сайту.

Припущення: бюджет – річний, обмежений; організаційна структура об'єкту – грід-сайт.

Річні витрати ІБ розподіляємо за двома напрямками:



Рис.1. Розподіл бюджету на статті та фактори впливу

Допоміжна задача: визначити рейтинг пріоритетності вразливостей та ризиків.

Такий рейтинг будемо ототожнювати зі значенням ризику реалізації загрози та вразливостей. Його величина абстрактна і не несе інформаційного навантаження окрім місця в рейтингу.

Але рейтинг важливо в подальшому представити варіантом діапазону min-max, що буде відповідати різним варіантам фінансування ліквідації вразливості, загрози.

Представимо бюджет:

$$B = \sum_{i=1}^n B_i \quad (1)$$

B – загальний бюджет, B_i – стаття бюджету, що відповідає вразливості, загрози

$$B_i = B * \frac{W_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad (2)$$

W_i – рейтинг ризику, рейтинг статті витрат на ІБ

$$W_i = F_n(B_i, \beta_j(B_{ij}, C_{ik})) \quad (3)$$

β_j – фактори, що впливають на рейтинг ризику, та залежить від лінгвістичних змінних C_{ik} , де C_{ik} – специфічні фактори ризику по даній загрози, формують базу нечітких правил.

Процес визначення вразливостей (по яким складаються статті витрат) та загроз передбачає:

- визначення переліку ресурсів грід-сайту;
- опис ресурсів;

– складання переліку вразливостей та загроз по кожному елементу опису ресурсу;

Пропонується наступна схема опису ресурсу:

Приклад запису загроз по характеристикам обраного ресурсу:

Ресурс – приватний ключ користувача гвід. Категорія критичності: висока.

Форма представлення – електронний вигляд. Категорія критичності: висока.

Статичність – ресурс не переміщується. Переміщення ресурсу – загроза втрати або розповсюдження ключа. Категорія критичності: низька, якщо ресурс не переміщується.

Оригінальність – оригінал. Копіювання ключа (крім резервного копіювання) – загроза розповсюдження ключа. Категорія критичності: висока, якщо оригінал, середня, якщо – копія.

Місця появи ресурсу – персональний ПК. Поява в інших місцях - загроза розповсюдження ключа.

Категорія критичності: висока, якщо захист ПК низький, категорія критичності низька, якщо захист ПК високий.

Шляхи пересування – копіювання на мобільні пристрої без доступу ззовні. Інше пересування - загроза втрати або розповсюдження ключа. Категорія критичності: висока, якщо пересування в відкритій сітці, середнє, якщо пресування в закритій сітці, низьке, якщо пересування локальне.

Варіанти доступу до ресурсу: тільки персональний доступ власника ключа. Будь-який інший доступ - загроза втрати або розповсюдження ключа. Категорія критичності: висока, якщо захист ПК низький, категорія критичності низька, якщо захист ПК високий.

Оцінка ресурсу: сам ресурс не має вартісної оцінки.

Оцінка наслідків реалізації загроз втрати ресурсу (порушення цілісності або доступності): втрата ресурсу несе за собою перереєстрацію користувача, отримання нового сертифікату. Час перереєстрація впливає на зупинку роботи завдань, підписаних даним ключем, наслідки чого залежать від характеру завдань.

Оцінка наслідків реалізації загроз розповсюдження ресурсу (порушення конфіденційності) несе за собою вірогідність зупинки завдань, порушення конфіденційності результатів завдань, наслідки чого залежать від характеру завдань.

Додаткові фактори впливу на рейтинг ризику по ресурсу:

Власник ресурсу. Категорія критичності: висока, якщо власник - адміністратор, низька, якщо власник – користувач.

Кількість користувачів. Категорія критичності: більша з підвищенням кількості користувачів.

Рівень кваліфікації персоналу. Категорія критичності: нижча з підвищенням кваліфікації.

Виходячи з опису характеристик виділяємо фактори ризику по даному ресурсу Сік:

1. Рівень захисту ПК. Залежить від:
 - кваліфікації персоналу;
 - рівня витрат на системи захисту ПК;
2. Рівень захисту сітки. Залежить від:
 - кваліфікації персоналу;
 - рівня витрат на системи захисту сітки;
3. Інтенсивність переміщення ресурсу. Залежить від:
 - кваліфікації персоналу;
4. Інтенсивність резервного копіювання ресурсу. Залежить від:
 - кваліфікації персоналу;
5. Рівень ймовірності реалізації зовнішньої атаки. Залежить від:
 - кваліфікації персоналу;
 - рівня витрат на системи захисту;

Отже по ресурсу приватний ключ визначаємо β впливу на статті кваліфікація персоналу, захист ПК, захист сітки.

Приклад нечіткого правила рівня захисту ПК:

Якщо рівень кваліфікації персоналу низький та рівень витрат на системи захисту ПК низький, то рейтинг ризику втрати приватного ключа високий.

Висновки.

Тези визначають модель побудови дерева знаходження факторів впливу на рівень критичності статей витрат інформаційної безпеки, виходячи з опису кожного ресурсу по притаманним факторам ризику, їх оцінку та взаємозв'язок за допомогою апарату нечіткої логіки.

Література

1. Applying Fuzzy Logic to Risk Assessment and Decision-Making. Kailan Shang¹, Zakir Hossen. 2013 Casualty Actuarial Society, Canadian Institute of Actuaries, Society of Actuaries, All Rights Reserved.
2. Родін Є.С. Процесні підходи до моделювання у сфері управління ризиками інформаційної безпеки. Математичні машини і системи, 4: 142-148, 2012.

УДК 681.3

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОТОКОЛУ S-ALONA ДЛЯ БЕЗДРОТОВИХ СЕНСОРІВ

Д.В. Рагозін

Незалежний експерт на замовлення ТОВ «ЛБС», Україна

Новітня концепція InternetofThings має на меті приєднання практично всіх пристроїв до мережи Internet. Найбільш цікавим є під'єднання до мережи Internet сенсорів, що вимірюють параметри навколишнього середовища, і пристроїв, що виконують певні дії – під'єднання сенсорів до загальної мережи дозволяє за допомогою стандартних засобів контролю керувати масштабними процесами. Інтеграція протоколу TCP/IP у сенсори потребує великої кількості ресурсів і найбільшою проблемою є наявність ресурсів для контролювання безпеки функціонування мережи. Необхідна велика потужність процесора, досить великий обсяг пам'яті і електричне живлення від хімічного джерела. Для простих сенсорів, що вимірюють параметри середовища (вологість, температура, тиск, електричне поле) і повинні працювати десятком років, витрати електричної енергії для підтримки протоколів комунікаційної мережи є завеликими. Якщо кількість сенсорів сягає тисяч або більше, кошторис зайвих ресурсів є неприйнятним і необхідно спростити комунікаційний протокол. Спрощення комунікаційного протоколу має найбільшу вигоду для пристроїв (сенсорів) невеликої потужності, що мають працювати десятки років у автономному режимі.

Більшість сенсорів виконують нескладні алгоритми функціонування, наприклад, пересилання значень температури (декілька байт) кожні п'ять хвилин на базову станцію. У практичній більшості сенсорів є сенс застосовувати лише найпростіші протоколи, які організують лише фізичний та канальний рівні комунікаційної мережи. Наприклад, протокол Slotted ALOHA [1], застосування якого можливо без наявності мікропроцесора у складі системи. Цей протокол не потребує перевірки чи зайнятий комунікаційний канал і реалізується з найпростішим обладнанням зв'язку (спрощені приймальні і передавальні схеми), що дозволяє зменшити вартість сенсора до мінімального рівня при промисловому виробництві.

В межах протоколу сенсор чекає на комунікаційний пакет від базової станції (яка є шлюзом в Internet) та після отримання цього пакету починає надсилати комунікаційні пакети з певним інтервалом, який заданий генератором випадкових чисел. Перевірка зайнятості каналу не відбувається. Для швидкого вирішення питання про можливість застосування протоколу Slotted ALOHA у комунікаційній системі з тисяч сенсорів, ми розробили систему імітаційного моделювання каналу зв'язку.

Пристрій збору даних (шлюз в Internet) посилає сенсорам простий синхронізаційний сигнал, момент декодування якого є моментом початку відсилання даних з сенсорів. Для транспорту інформації використані M слотів (рівних проміжків часу), довжина кожного слота - t мікросекунд. Для визначення номера слота, коли сенсор посилає

пакет в ефір, пристрій використовує генератор випадкових чисел з нормальним розподілом. Середня частота виходу в ефір складає 1 раз на K слотів. Всього використано N сенсорів. Для кожного циклу збору даних з сенсорів (M слотів) визначаємо, що необхідно зібрати інформацію (без конфліктів в ефірі) з 99.5% (0.995N) сенсорів. Таким чином завданням моделювання є при вибраних N і K визначити необхідне M.

Для моделювання використаний метод Монте-Карло [2]. З метою підвищення продуктивності моделювання модель розроблялася мовою програмування Сі без застосування спеціальних середовищ. Кількість запусків системи моделювання для кожної пари (N,K) сягає декількох мільйонів.

Рисунок містить отримані результати для певних пар (N,K): кількість сенсорів, що передають інформацію (N), частота відсилки пакетів (K), необхідна кількість слотів (M), і скільки разів на M слотів (іншими словами це максимальна кількість відсилок пакету) сенсор висилатиме пакет даних за M слотів. Розрахункова довжина слота – від 4 мкс до 10 мкс.

N	K	M	D (макс.)
10	10	3000	300
10	20	130	6
100	40	-----	
100	50	-----	
100	75	-----	
100	100	2000	20
1000	400	-----	
1000	500	26000	50
1000	750	15000	30
1000	1000	13500	13
10000	4000	271000	60
10000	5000	171000	30
10000	7500	165000	20
10000	10000	140000	13
50000	50000	1800000	36
50000	75000	1800000	27
50000	100000	1800000	18
50000	125000	1800000	14
50000	150000	1800000	12
50000	200000	1800000	9
50000	250000	1800000	7
50000	300000	1800000	6

Найважливішим результатом дослідів моделі є висновок, що навіть 50000 сенсорів можуть передавати інформацію з ймовірністю коректної передачі в 99.5% за досить обмежений час. Якщо $t=10$ мкс то довжина інтервалу часу для опиту сенсорів у разі $N=50000$ дорівнює 18 секунд, що практично означає комунікацію відмінної якості з зовнішнім середовищем. У цьому разі кількість виходів сенсора в ефір є мінімальною (менш ніж два десятка). Але навіть за наявності такого

чудового результату протокол Slotted ALOHA має велику кількість негативних рис: для 100000 сенсорів кількість необхідних слотів перевищує 20 мільйонів, що може бути неприйнятним для певних систем. Але й 50000 є досить велике число для вирішення абсолютної більшості задач.

Навіть за умови, що деякі комунікаційні пакети прийматимуться з помилками, зменшення частини якісного прийому пакетів на базовій станції до 95% або 90% суттєво не позначиться на роботі системи.

В практичній площині розробка моделі дозволила: 1) обґрунтувати використання протоколу SlottedAloha для простих сенсорів;

2) розрахувати параметри прийому пакетів для конкретних мереж сенсорів;

3) виробити рекомендації що до реалізації апаратних засобів зв'язку.

Література

1. Roberts, Lawrence G. "ALOHA PacketSystemWithandWithoutSlotsandCapture". ComputerCommunicationsReview, April 1975, 5(2): 28-42.
2. N. Metropolis, S. Ulam. TheMonteCarloMethod. — J. Amer. statisticalassoc. 1949, 44, № 247 pp. 335—341.

УДК 332.01 , 658.515

РАЗРАБОТКА ЛОГИСТИЧЕСКОГО МОДУЛЬ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЛАНА ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ

В.А.Бичко

Черниговский национальный технологический университет, Украина

Во все время залогом успеха конкурентоспособности производителей на рынке является умение быстро сформировать оптимальный план распределение как сырья между производственными мощностями так и товаров между потребителями. Особенно актуальна эта проблема при производстве товаров с большими затратами на перевозку сырья в таких областях. как металлургическая, угольная и горнодобывающая промышленность. Однако. эти области ориентированы на железнодорожный транспорт, который не зависит от погодных условий. Особую актуальность эта проблема приобретает при первичной переработке аграрного сырья т.к. перевозка сырья ориентирована на автотранспорт и сильно зависит от погодных условий. Быстрое перераспределение плана перевозок в динамически меняющихся условиях прямым образом влияет на себестоимость конечного товара.

Есть много аналитических систем с развитым математическим аппаратом, которые способны решать задачи математического

программирования, приводящие к оптимальному решению. Но в таких системах плохо развиты средства географической привязки. С другой стороны существуют развитые GIS-средства способные находить оптимальные маршруты. однако GIS-системы мало приспособлены к решению логистических задач.

Исходя из этих предпосылок был создан, модуль, способный формировать план перевозок грузов по оптимальным маршрутам. При этом модуль подсчитывает оптимальную оценку стоимости проделанной работы, выраженную в условных тоннокилометрах. Модуль учитывает количество грузов на терминальных объектах, особенности транспортных средств, топологию и качество путей сообщения.

Используя эту оценку модуль способен моделировать процесс перевозки грузов и получать оптимальный план.

В перспективе работа по усовершенствованию модуля предполагает разработку функции интеграции с другими системами и расширение альтернативных методов оптимизации. .

Литература

1. Родников А.Н. Логистика : Терминологический словарь 2-е изд исправленное и дополненное / А.Н. Родников. — М.: ИНФРА-М, 2000. — 352 с. ISBN 5-86225-771-3
2. Модели и методы теории логистики: учебное пособие. 2-е изд. / Под. ред. В.С. Лукинского. — СПб.: Питер, 2008. — 448 с.: ил. — (Серия «Учебное пособие»).
3. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / Под общ. и науч. ред. проф. В.И. Сергеева. — М.: ИНФРА-М, 2004. — 976 с.
4. Крикавський Є.В. Логістика. Основи теорії: Підручн. – 2-е вид., доп. і переробл. / Є.В. Крикавський. — Львів: НУ «Львівська політехніка» (Інформ.-видав. центр «Інтелект+» Інституту післядипломної освіти), «Інтелект-Захід», 2006. — 456 с.

УДК 650.1

СОКРАЩЕНИЕ ВРЕМЕНИ ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ (UNITTEST) ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ДОСТУПА К БАЗЕ ДАННЫХ

В.В. Казимир, А. Мокрогуз

Черниговский национальный технологический университет, Украина

Для того что бы улучшить качество кода: уменьшить количество дефектов, повысить надежность и масштабируемость, разработчики часто применяют TDD (testdrivendevlopment). Суть этого метода разработки программного обеспечения в том, что перед

непосредственным написанием кода приложения, разработчик пишет тест, который должен покрывать (проверять) функциональность той или иной части приложения. Таким образом, программный код находится под наблюдением и является проверенным до того, как был создан. TDD требует от программиста на 15% больше времени чем написание программного кода без тестирования, но это время возвращается в будущем, в качестве сэкономленного времени на отладку кода и исправления багов (ошибок в коде).

Практически любое приложение взаимодействует с данными, которые необходимо где-то хранить. Таким хранилищем часто является реляционная база данных. В большинстве случаев необходимо протестировать определенную логику метода, который взаимодействует с базой данных, к примеру, выполнить поиск интересующих данных по какому-то критерию или же выполнить сохранение данных в базу данных. Для надежности операций, связанных с взаимодействием с базой данных, часто используют механизм транзакций, но если идет речь о тестировании логики метода, то транзакции могут существенно замедлить выполнение тестов. Поэтому было проведено исследование для того, чтобы выяснить, как применение транзакций при Unit тестировании может повлиять на скорость тестов.

Для этого использовался стандартный по нынешним меркам компьютер разработчика с процессором intelcorei5 4670 3.4 GHz, 8 GB RAM, 256 GB SSD. База данных находилась удаленно с доступом через сеть Internet. MSSQLServer 2008 R2 использовался как сервер баз данных во время эксперимента. Тесты были написаны с использованием языка программирования C#, и EntityFramework 6.0 использовался как механизм доступа к базе данных. Для эксперимента были созданы тесты, которые записывали в базу данных определенное количество записей (10, 100 и 1000) с применением механизма транзакций и без, а затем выполнялся поиск среди этих записей. Время выполнения было зафиксировано для каждого теста. Было проведено по 10 тестов для 10, 100 и 1000 записей.

Результаты тестов представлены в Таблице 1.

Таблица 1. Результаты теста

	Транзакция	Без транзакции, мс
Для 10 среднее значение, мс	2965	394
Для 100 среднее значение, мс	11101	4452
Для 1000 среднее значение, мс	121770	7960

Как видно из результатов эксперимента, использование транзакций при доступе к базе данных в Unittests существенно замедляет время выполнения тестов. Так для 10 записей, выполнение теста без

использования транзакции происходит в 2,5 раза быстрее, для 100 – в 7,5 раз, а для 1000 - в 15 раз.

Таким образом, использовать механизм транзакций в Unittests замедлит выполнение тестов и транзакции стоит применять только тогда, когда это является необходимым или является критическим. При этом желательно уменьшить количество записей, над которыми проводится операция с применением транзакций.

Литература

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**МАТЕМАТИЧНЕ ТА ІМІТАЦІЙНЕ
МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ**

МОДС 2014

ДЕВ'ЯТА МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
(Жукин, 23-27 червня 2014р.)

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

Підписано до друку 16.06.2014. Формат 60x84 /16.
Умов. друк. арк. 27,9. Тираж 150 пр. Зам. №166/13

Редакційно-видавничий відділ Чернігівського державного технологічного університету
14027, Україна, м. Чернігів, вул. Шевченка, 95.
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців,
виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
Серія ДК № 840 від 04.03.2002.