

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКА ФЕДЕРАЦІЯ ІНФОРМАТИКИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ
СЕВАСТОПОЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

**ПАТ «УКРТЕЛЕКОМ»,
КП НВК «ІСКРА», ДП «РАДІОПРИЛАД»
НВП «ХАРТРОН-ЮКОМ»
NOOSPHERE VENTURES LLC**



**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ І ДОСЯГНЕННЯ В ГАЛУЗІ
РАДІОТЕХНІКИ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ ТА
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Тези доповідей

VII Міжнародної науково-практичної конференції

(17–19 вересня 2014 р., м. Запоріжжя)

Запоріжжя – 2014

УДК 621.37+621.39+004
ББК 32.84+32.884.1+32.94+30.614
С 91

Рекомендовано до друку Вченою радою ПРЄ ЗНТУ
(протокол № 1 від 08.09.2014)

Редакційна колегія:

Піза Д. М., д. т. н., проф., зав.каф. РТ ЗНТУ, проректор ЗНТУ
Морщавка С.В., к. т. н., доцент каф. РТ ЗНТУ

Тези доповідей друкуються методом прямого відтворення тексту, представлено авторами, які несуть відповідальність за його форму і зміст.

Матеріали конференції розміщені в міжнародній базі даних РІНЦ

С 91 Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій: Тези доповідей VII Міжнародної науково-практичної конференції (17–19 вересня 2014 р., м. Запоріжжя) – Запоріжжя: ЗНТУ, 2014. – 372 с

ISBN 978-617-529-098-9

Представлено тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій»

УДК 621.37+621.39+004
ББК 32.84+32.884.1+32.94+30.614

ISBN 978-617-529-098-9

© Запорізький національний
технічний університет
(ЗНТУ), 2014

ОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ

- Міністерство освіти і науки України
- Українська федерація інформатики
- Запорізький національний технічний університет
- Харківський національний університет радіоелектроніки
- Севастопольський національний технічний університет
- ПАТ «Укртелеком»
- КП НВК «Іскра»
- ДП «Радіоприлад»
- НВП «Хартрон-Юком»
- NOOSPHERE VENTURES LLC

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ:

Піза Д.М. – директор інституту ІРЕ ЗНТУ, голова оргкомітету;
Крищук В.М. – зав. кафедри ЗНТУ, заступник голови оргкомітету;
Кудерметов Р.К. – зав. кафедри ЗНТУ, заступник голови оргкомітету;
Романовський О.В. – директор НВП «Хартрон-Юком», м. Запоріжжя
Пресняк І.С. – директор КП «НВК» Іскра», м. Запоріжжя
Лобунов М.О. – директор Запорізької філії ПАТ «Укртелеком»
Панфилов С.В. – директор ДП «Радіоприлад», м. Запоріжжя
Кабак В.С. – декан факультету радіоелектроніки та телекомунікацій ЗНТУ
Касьян М.М. – декан ф-ту комп'ютерних наук і технологій ЗНТУ
Бондарев Б.М. – професор ЗНТУ
Чорнобородов М.П. – доцент ЗНТУ
Бабіч А.В. – доцент ЗНТУ
Висоцька Н.І. – начальник патентного відділу ЗНТУ

ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР ОРГКОМІТЕТУ КОНФЕРЕНЦІЇ:

Морщавка С.В. - доцент кафедри радіотехніки та телекомунікацій ЗНТУ.

ТЕХНІЧНИЙ СЕКРЕТАР ОРГКОМІТЕТУ КОНФЕРЕНЦІЇ:

Колеснікова Є.І.–асистент кафедри радіотехніки та телекомунікацій ЗНТУ.

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ:

Garcia-Zubia J. – Dr. (Bilbao, Spain)
Henke K. – Dr. Ing. (Ilmenau, Germany)
Kozik Tomas – prof. Ing (Bratislava, Slovakia)
Levashenko V. – prof. (Zilina, Slovakia)
Markowska-Kachmar U. – prof. (Wroclaw, Poland)
Oleshchuk V. – prof. (Grimstad, Norway)
Pester A. – Dr. prof. (Austria)
Samoila C. – prof. Dr. Ing. (Brasov, Rumania)
Sharpanskykh And. - Ph. D. (Amsterdam, Holland)
Wuttke H-D. – Dr. Ing. (Ilmenau, Germany)
Zaitseva E. – prof. (Zilina, Slovakia)
Маркосян М.В. – д.т.н., проф. (Ереван, Армения)
Махортов С.Д. – д.ф.-м.н., доц. (Воронеж, Россия)
Молдовян Н.А. – д.т.н., проф. (С.-Петербург, Россия)
Нестеров В.М. – д.ф.-м.н. (С.-Петербург, Россия)
Тумковский С.Р. – д.т.н., проф. (Москва, Россия)
Якубов И.Т. – д.ф.-м.н., проф. (Москва, Россия)
Бодяньский С.В. - д.т.н., проф. (Харків, Україна)
Гімпілевич Ю.Б. – д.т.н., проф. (Севастополь, Україна)
Дробахін О.О. – д.ф.-м.н., проф. (Днепропетровськ, Україна)
Дубровін В.І. – к.т.н., проф. (Запоріжжя, Україна)
Каргін А.О. – д.т.н., проф. (Донецьк, Україна)
Каргашов В.М. – д.т.н., проф. (Харків, Україна)
Корніч Г.В. – д.ф.-м.н., проф. (Запоріжжя, Україна)
Карпуков Л.М. – д.т.н., проф. (Запоріжжя, Україна)
Кришук В.М. – к.т.н., проф. (Запоріжжя, Україна)
Павлиш В.А. – к.т.н., проф. (Львів, Україна)
Піза Д.М. – д.т.н., проф. (Запоріжжя, Україна)
Погосов В.В. – д.ф.-м.н., проф. (Запоріжжя, Україна)
Харченко В.П. – д.т.н., проф. (Київ, Україна)

1 секція «Радіотехнічні, радіолокаційні та навігаційні системи». Керівник секції – Піза Д.М.; заступник – Бондарев Б.Н.

2 секція «Телекомунікаційні системи та мережі». Керівник секції – Кабак В.С., заступник – Костенко В.О.

3 секція «Сучасні інформаційні системи і технології». Керівник секції – Кудерметов Р.К.; заступник – Дубровін В.І.

4 секція «Інформаційні технології в проектуванні та виробництві електронних апаратів». Керівник секції – Кришук В.М.; заступник – Шило Г.М.

5 секція «Безпека інформаційно-комунікаційних систем». Керівники секції – Карпуков Л.М.; заступник – Козіна Г.Л.

6 секція «Фізика і технологія мікро- та наноелектроніки». Керівники секції – Погосов В.В.; заступник – Бабіч А.В.

ЗМІСТ

Пленарні доповіді	15
Лучанинов А.И., Вишнякова Ю.В., Спектральная эффективность многовходовых систем с реконфигурируемыми антеннами (нелинейная модель)	15
Alexei Sharpanskykh, Jan Treur A hybrid language for formal modeling and analysis of multiagent systems	17
Почерняев В.Н., Повхлеб В.С. Мобильная цифровая станция связи для наземных сил антитеррористической группировки	19
Удовенко С.Г., Шамраев А.А. Система интеллектуального управления непрерывным травильным агрегатом	22
1 секція «Радіотехнічні, радіолокаційні і навігаційні системи»	24
Savchuk M.M., Stetsiv S., Tymchuk V.Yu. The initial outlooks on tendency of 11220u radar system's modernization	24
Анохин М.А. Правило принятия решений для использования в системе распознавания подвижных объектов	26
Бондарев В.П., Самойлик С.С. Энергетические характеристики проходного резонатора со слабой связью и диэлектрическими неоднородностями	28
Бугрова Т.И., Малий В.И. Штыревая антенна на основе метаматериалов	30
Бугрова Т.И., Перетятко С.В. Влияние метаматериалов на частотные свойства электрически малых антенн на основе фракталов	32
Василишин В.И. Пеленгация источников шумового излучения в линейных неэквидистантных антенных решетках с использованием псевдошумового размножения выборки	34
Гераимчук М. Д., Лазарев Ю. Ф., Мураховский С. А. Дрейфы погрешностей алгоритмов численного интегрирования не векторных уравнений ориентации	36
Карпуков Л.М. Корольков Р.Ю. Синтез фильтров нижних частот, составленных из простых и двухсекционных шлейфных резонаторов	38
Карташов В.М., Бабкин С.И. Новое направление в радиоакустическом зондировании атмосферы	41
Ковтунов А.Л., Лещенко С.П., Закіров З.З. Обнаружение маневра радиолокационной цели в обзорных РЛС при использовании сигналов с широкой полосой частот	43
Костенников С.И., Тумковский С.Р. Исследование адекватности макро модели операционного усилителя	45

Леховицкий Д.И., Атаманский Д.В., Семеняка А.В., Рачков Д.С., Рябуха В.П. Квазиоптимальные алгоритмы междупериодной обработки пачечных когерентных сигналов на фоне гауссовых мешающих отражений	47
Логачева Л.М., Куцак С.В. Приближенный расчет электрической прочности h-плоскостного поглощающего фильтра гармоник	49
Наконечный В.С., Король О.О., Крамар О.О. Методи виміру радіолокаційних характеристик об'єктів спостереження для їх розпізнавання	52
Омельчук В.В., Фомін М.П. Аналіз точності моноімпульсного радіолокаційного оцінювання радіальної швидкості цілей лчм сигналом	54
Осинин В.Ф., Четвериков С.Ф. Описание статистических свойств атмосферных ОНЧ – радиошумов	56
Пиза Д.М., Пресняк И.С., Звягинцев Е.А. Аналитическая оценка влияния переменной базы на коэффициент подавления активной помехи при время-пространственной обработке сигналов в РЛС	58
Певцов Г.В., Яцуценко А.Я., Карлов Д. В., Пічугін М.Ф., Трофименко Ю.В. Спосіб енергетичного виявлення короткого немодульованого радіосигналу і послідовного оцінювання його початкової фази і доплерівської частоти із заданою можливою точністю	61
Певцов Г.В., Яцуценко А.Я., Карлов Д. В., Пічугін М.Ф., Трофименко Ю.В. Спосіб енергетичного виявлення тривалого немодульованого радіосигналу і послідовного оцінювання його початкової фази і доплерівської частоти із заданою можливою точністю	63
Роговська К.О., Твердохліб Ю.В., Дубровін В.І. Програмна реалізація методів спектрального аналізу нестационарних сигналів	65
Романенко С.Н., Дмитренко В.П., Воскобойник В.А. Моделирование направленных ответвителей на комбинациях МПЛ и ЦЛ	67
Сотніков О.М., Таршин В. А. Модель функціонування кореляційно-екстремальної системи навігації в умовах слабкої контрастності поверхні візування та впливу завад	70
Твердоступ Н. И. Базовая модель преобразователей импеданса	72
2 секція «Телекомунікаційні системи та мережі»	74
Безрук В.М., Чеботарёва Д.В., Иваненко С.А. Методы многокритериальной оптимизации в планировании сетей мобильной связи	74
Бешлей М.І., Лаврів О.А., Холявка Г.В. Дослідження методів побудови конвергентної мережі оператора мобільного зв'язку для	76

надання послуг quad play	
Белов В.С. , Номировська В.В. Визначення характеристик FSK сигналів при некогерентному прийомі	78
Бойченко О.С. Оцінка надійності MANET при розбитті на кластери	80
Бондарев А.П., Максимів І.П. Апаратне підвищення завадостійкості демодулятора ФМН сигналу	82
Бондарев Б.Н. , Кабак В.С. Статистические характеристики сигналов многоканальных систем с OFDM	84
Васюта К.С., Захарченко И.В. Перспективы применения mmo-технологии для формирования каналов связи в командных радиосетях воздушных сил	87
Васюта К.С., Щербинин С.А. , Королюк А.Н. Применение моделей сигналов с нелинейной условной дисперсией в системах скрытой передачи информации	89
Корнейчук В.И., Голуб А.А., Щекотихин О.В. Машинный расчет чувствительности приемных устройств ВОСП-СРК	91
Крайник Я.М. Підвищення швидкодії LDPC-декодеру за допомогою подвійної буферизації повідомлень	94
Орешков В.И., Барба И.Б. Оценка скорости передачи в СП с ОГС обобщенного класса	96
Пахомова В.М. Визначення оптимального маршрута в комп'ютерній мережі придніпровської залізниці на основі нейронних мереж	98
Сметанин И.Н. Костенко В.О..Способ прогноза локальной перегрузки в фрагменте сотовой сети	100
Хандецкий В.С., Хандецкий П.В. Распределение потоков в туннелях mplс – сетей	102
3 секція «Сучасні інформаційні системи і технології»	104
Bolotova S.Yu., Makhortov S.D. The «conveyor» scheme in the relevant backward inference methods	104
Boyarinova Yu. E. , Gorodko N.A. Definition of telecommunications services quality using a hypercomplex data reporting	106
Ivanov I. Y., Makhortov S. D. Computer implementation of an approximate solution finding of a production-logical equation on a boolean lattice	108
Kovalenko A. E. Estimation of state space for system - level diagnosis under model uncertainty	110
Kovalenko A. E. Kozik T., Arras P., Tabunshchik G. Techniques and tools for virtual and remote experiments	112
Kozhukhivska O.A., Bidyuk P.I., Kozhukhivskiy A.D. Optimization of some reinsurance strategies	114

Shakhovska N., Noha R. The method of scientific paper automatic abstracting	116
Андрієвський Р.В. Аналіз методів оцінки ефективності інвестиційних проєктів	118
Анищенко Н. В. Создание удаленной лаборатории по мехатронике	120
Благодарёв А. Ю., Олейник А. А., Субботин С. А. Анализ технологии Deep Learning для обработки данных	122
Брагина Т.И., Табунщик Г.В. Метод формирования базы корректирующих тестов с учетом неопределенности	124
Волинець В.І. Експериментальна оцінка точності рекурентних методів обчислення дискретних перетворень фур'є та хартлі в інформаційній системі Matlab	126
Гагарін О.О., Пінчук Н.С. Інформаційні технології в процесі проєктування автоматизованих систем пожежогасіння	128
Гвозденко М.В., Формальні методи визначення автора тексту	130
Гірняк Ю.Б., Івахів О.В., Наконечний М.В., Неводовський П.В. Дослідження процедур навчання нейроконтролерів	132
Гриненко Е.А., Радишевский Н.Ф., Комышев А.В., Бойко Н.Г., Тупчий А.А. Мультимедийная система оценки психологических качеств авиационного персонала	134
Дейнега Л.Ю. Засоби google для бізнесу в internet	136
Дмитриева О.А. Моделирование жестких динамических систем на основе параллельных методов типа биккарта	138
Доренський О.П. Алгоритм побудови тестової моделі поведінки програмних об'єктів системи компресії зображень	140
Дубровін В.І., Панченко Д.В., Твердохліб Ю.В. Применение фильтров габора к задаче выделения контуров игроков на видеоизображении	142
Дубровін В.І., Твердохліб Ю.В. Методи комплексного оцінювання параметрів вейвлет-перетворення нестационарних сигналів	144
Дубровін В.І., Твердохліб Ю.В. Вибір материнського вейвлету при виконанні вейвлет-перетворення	146
Дьячук Т.С. Обобщенная схема обслуживания задания в распределённой среде	148
Ерёмин Д.И., Ягфарова Н.И. Особенности реализации алгоритма кригинга на графическом процессоре	150
Зубков А.М., Щерба А.А. Підвищення ефективності артилерійської розвідки шляхом конструктивно-функціональної інтеграції повітряних та наземних засобів спостереження	154
Иванов Н.Н. Многомерные базы данных в информационно-	156

аналитических системах управления	
Имнаишвили Л.Ш., Бединишвили М.М., Киркитадзе Н.М., Иашвили Н.Г. К вопросу выбора биометрического показателя с целью применения в системах голосования	158
Каминская Ж.К., Сердюк С.Н. Вопросы эргономического проектирования информационных моделей операторов асу тп	160
Караюз І.В., Бідюк П.І. Постановка задачі заміщення природного газу у сфері теплопостачання	162
Киричек Г.Г. Використання алгоритма фільтрації при виявленні плагіату	164
Кириченко Л.О., Кобицкая Ю.А. Методы распознавания фрактальных временных рядов с помощью характеристик информационной сложности	166
Колпакова Т.А., Дубровин В.И. Информационная технология принятия решений при проведении тендеров	168
Кривуля Г.Ф., Павлов О.А., Шеремет Е.В. Интеллектуальное диагностирование сложных систем на основе темпоральных деревьев решений	170
Крисилев В.А., Городничая Е.А. Технология оценки качества описания временных характеристик объектов	173
Костенко Т. І. Розробка математичної моделі сегментації послуг на фінансовому ринку	175
Крисилев В.А., Макарова Ю.А. Механизмы управления адаптацией учебного ресурса и проблемы автоматического формирования профиля пользователя системы «смарт лаборатория»	177
Кудерметов Р.К. Теоретико-множественное представление web-сервиса	179
Кулаков П.А., Шишкина А.Ф. Этапы оптимизации управления производства катионных нефтеполимерных смол	182
Левикін В.М., Костенко О. П. Узагальнена нечітка модель проектування маркетингових інформаційних систем	183
Левин В.И. Российская наука – состояние и перспективы	186
Левин В.И. Интервально-дифференциальное исчисление и его применение	189
Льовкін В.М. Управління ризиками як міждисциплінарна категорія	193
Малий О.Ю., Гарачук С.А. Розробка моделі та схеми керування маніпулятором типу «рука»	195
Малий О.Ю., Фурманова Н.І., Швагер М.І. Система позиціонування групи мобільних роботів з використанням ультразвукових датчиків на прикладі віброходів	197

Малкіна В.М., Білоус Н.В. Методика визначення показників вибіркових даних сільськогосподарчих культур на основі аналізу їх зображень	199
Матвеева Н.А. Нейронные сети для решения задач дефектоскопии	201
Олексів Н.А., Повстяна Ю.С. Інформаційна система психодіагностичного тестування готовності студентів спеціальності «Професійна освіта. Комп'ютерні технології» до професійної діяльності	203
Пархоменко А.В., Гладкова О.Н., Иванов Е.В. Исследование особенностей создания и применения лаборатории удаленного доступа при решении задач проектирования встроенных систем	205
Пищухина О.А. Управление требованиями при разработке систем e-learning	207
Погляд С. Ф. Сучасні системи підтримки прийняття рішень на основі методу аналізу ієрархій	209
Польская О.В. Иерархическая структура web-сервиса	212
Поперешняк С.В. Эволюционная технология решения задачи составления расписания в ВУЗах	214
Притула А.В., Пархоменко А.В., Табунщик Г.В. Практично-орієнтовані методи викладання в галузі вбудованих систем	216
Пудовкина Л.Ф. Результаты моделирования транспортного потока на участке дороги	218
Рашавченко А.В., Твердохлеб Ю.В., Дубровин В.И. Биоакустическая коррекция психоэмоционального состояния человека	220
Рисіков В.П. Розробка сучасних комплексних автоматизованих систем	222
Скородзієвський П.В. Оцінка рівня життя за другорядними ознаками	224
Скорохода О.В., Прач Ю.О., Вовк О.Б. Методи та засоби реалізації баз даних NOSQL	226
Скрупский С.Ю. Критерий эффективности распределенной системы компрессии видеоинформации	228
Сотніков О.М., Таршин В. А., Сидоренко Р.Г. методи обробки інформації у кореляційно-екстремальних системах навігації з складними еталонними зображеннями	230
Сержанов М.В. Разработка графического интерфейса системы управления доступом	232
Тименко А.В. Оценка производительности подсистем хранения данных в современных СУБД	234
Удовенко С.Г., Шамраев А.А. Применение регуляторов с повторяемым обучением в системах интеллектуального управления	236
Ухина А.В., Ситников В.С., Малахов В.П. Влияние разрядности	238

представления коэффициентов цифрового фильтра тракта обработки при перестройке его параметров в мобильных платформах	
Фандеева Е.А., Ванюшаник Ю.П., Дубровин В. И.	241
Автоматизированная система анализа мотивации как инструмент повышения эффективности работы сотрудников	
Фирсов С.Н., Жежера И.В. Бесплатформенная навигационная система малогабаритного беспилотного летательного аппарата	243
Чалая Л.Э., Попаденко П.Ю. Определение неполных дубликатов в системах анализа цифровых изображений	245
Шевченко С.В. Планирование производительности динамических систем с учетом инерционности изменения их состояния	247
Шендрик В. В., Парфененко Ю. В., Галіченко О. С. Прогнозування теплозабезпечення будівель з використанням нейромережових технологій	249
Шитикова Е.В., Табунщик Г.В. Оптимизация процесса исследовательских испытаний сложных технических систем	251
Щербак Н.В., Табунщик Г.В. Обучающий эксперимент для интерактивной образовательной среды	254
Юр Т.В. Применение дискретного вейвлет-преобразования для поиска шаблонов во временных рядах	256
4 секція «Інформаційні технології в проектуванні та виробництві електронних апаратів»	258
Kaspyrovych Nataliia Methods of optimizing the finned channel thermal characteristics in radio electronic devices for forced air cooling systems	258
Arras P., Van Merode D., Tanghe B. The design of an embedded system from idea to product	260
Бондарев А.П., Киселичник М.Д., Недоступ Л.А., Тарадаха П.В. Програмний комплекс для оптимізації та вибору раціональних варіантів побудови та виготовлення РЕА	262
Бондарев А. П., Нестор Н.І. Моделювання законів розподілу похибок технологічних операцій із застосуванням характеристичних функцій	264
Василевский В.В. Уточнение формулы расхода ресурса изоляции обмоток маслонаполненного трансформатора	266
Волочій Б.Ю., Озірковський Л.Д., Машак А.В., Шкілюк О.П. Автоматизація побудови дерева відмов для оцінки надійності та безпечності відмовостійких систем з відновленням	268
Воскобойник В.А. Выбор метода математического моделирования механических процессов, протекающих в конструкциях радиоэлектронной аппаратуры	270

Гліненко Л.К., Фаст К.В. Метод знаходження внутрішньо стійкої множини графа із застосуванням microsoft excel	272
Голуб Т.В. Результаты участия в летней школе	274
Єфіменко А. А., Карлангач О. П., Лазарев С. М. Радіоелектронний блок з двобічним розташуванням електронних модулів	276
Жарикова И.В., Невлюдова В.В., Хоменко Ж.И. Анализ параметров гибких коммутационных шлейфов на основе системологической модели РЭС	278
Журавлѐв В.Н., Борзов С.А., Папчѐнков А.В. Параметр энергетической эффективности камеры сгорания газотурбинного двигателя	280
Кагитина О.Н., Пархоменко А.В., Шило Г.Н., Огренич Е.В. Автоматизированная система оптимизации конструкций радиаторов для охлаждения радиоэлектронной аппаратуры	283
Кость Я.І., Хвищун І.О. До проблеми підвищення ефективності математичного моделювання динамічних систем із жорсткими моделями	285
Курапов С.В., Чеченя В.С. Топологические модели и трассировка печатных плат для VGA корпусов	287
Кошевой Н.Д., Сытник В.В. Автоматизация процесса поиска оптимальных планов эксперимента	289
Кришук В.М., Шило Г.М., Лопатка Ю.А., Гапоненко М.П. Оптимізація габаритних показників герметичних блоків радіоелектронних апаратів	291
Курапов С.В., Чеченя В.С. Методы выделения максимально плоского суграфа	293
Миронова Н.А., Дубровин В.И. Модель, методы и информационная технология поддержки принятия групповых решений	295
Міщенко М.В., Фарафонов О.Ю. Визначення виходу придатних мікросмужкових пристроїв	297
Озірковський Л.Д., Чопей Р.С. Вдосконалення моделі поведінки радіоелектронної програмно-апаратної системи	299
Серебряник И.А., Дружинина А.В. Особенности моделирования процессов классификации в обогащении полезных ископаемых	301
Скрупская Л.С., Сахно А.А. Модель остаточного ресурса основной изоляции высоковольтных вводов и трансформаторов тока	303
Соломенцев О.В., Заліський М.Ю., Соловійов Д.О. Операторна схема обробки даних у системах експлуатації радіотехнічних засобів	305
Твердоступ Н. И. Эффективность экспоненциального сглаживания при обработке измерительной информации	307

Точилин С.Д. Компьютерное моделирование оптических свойств фотонных кристаллов и композитов на их основе	309
Углев В.А. Разработка автоматизированной системы оценки показателей надёжности гистограммными методами	311
Фарафонов О.Ю., Фурманова Н.И. Проекування фільтрів на основі фракталів	313
Фурманова Н.И., Сіциліцин О.Ю. Удосконалення методу пошуку рішень для розв'язку задачі оптимізації з використанням генетичного алгоритму шляхом попередньої кластеризації	315
Шило Г.Н., Арешкін Є.К., Гапоненко М.П. Дослідження масогабаритних і теплових характеристик блоків радіоелектронних апаратів з природним повітряним охолодженням	317
5 секція «Безпека інформаційно-комунікаційних систем»	319
Gasitashvili Zurab; Iashvili Giorgi Some issues of classification of threats and sources of information	319
Архипов А.Е., Безымянная Е.Ю. Исследование речеподобных помех	321
Беликов Д.В. Методология SAMM: построение стратегии обеспечения безопасности программных систем	323
Верещак М.І., Неласа Г.В., Середюк Т.Б., Середюк А.Д. Анализ эффективности алгоритмов стандарта ЕЦП ДСТУ в технологии cuda при различных представлениях базовых элементов	325
Дорошенко А.В., Куц С.М., Прогонов Д.О. Спектральні характеристики стеганограм	327
Гильгурт С.Я. Аппаратное ускорение задач информационной безопасности на базе ПЛИС с применением ГРИД-вычислений	329
Евсеев С.П. Исследование методов двухфакторной аутентификации	331
Каменский А.А., Козина Г.Л. Возможность применения существующих представлений групп кос в криптоалгоритмах	333
Козина Г.Л., Молдовян Н.А. Алгоритм отрицаемого шифрования на базе криптосхемы Рабина	335
Король О.Г. Метод каскадного формирования мас-кодов с использованием модулярных преобразований на основе алгоритмов MASH-1, MASH-2	337
Лізунов С.І. Витік інформації в каналах мобільного зв'язку	339
В.М. Рувинская, А.В. Молдавская Технология выявления вредоносного поведения программ	342
Семиразов Д.С. Разработка криптографической библиотеки для вычислений в группе точек эллиптической кривой на языке программирования C++	344

Толюпа С.В., Софієнко І.І. Методика оцінки рівня захисту інформації на основі застосування fuzzy-технологій 346

6 секція «Фізика і технологія мікро - та наноелектроніки» 348

Babich A.V., Reva V.I., Pogosov V.V. Energetics and nanomechanics of subatomic metal wires and slabs in magnetic field 348

Алексеевский Д.Г., Критская Т.В. Анализ процесса растворения кварцевого тигля в расплаве кремния при выращивании монокристаллов для электроники 350

Бабич А.В., Вакула П.В., Погосов В.В., Якубов И.Т. Вакансионные и поверхностные состояния позитронов в металлах: работа выхода и скорость аннигиляции 352

Бабич А.В., Коротун А.В. ВАХ полупроводниковых наноструктур 354

Бахрушин В.Е. Новые инструменты прикладной статистики и их применение для решения некоторых задач физики и технологии полупроводников 356

Давиденко О.П., Панченко О.О. Реалізація електроімпедансного методу аналізу макро-, мікро- та наноструктури матеріалів 358

Жавжаров Є.Л. Автоматизована установка для визначення потенціалу поверхні методом Кельвіна 360

Коротун А.В. Вплив магнітного поля на число енергетичних станів 2d-електронного газу в металах 362

В. П. Курбацкий Оптическое поглощение в металлических нанопленках 364

Пашенко В.О., Хандецький В.С. Моделювання в безрозмірних координатах становлення електричної напруженості над поверхнею ортотропного композита для задач електромагнітного контролю 366

Мокрицкий В.А, Маслов О.В., Банзак О.В. Сравнительный анализ известных алгоритмов компьютерной томографии ядерного топлива тепловыделяющих сборок реактора 368

Филипенко О.І., Сичова О.В. Позиціонування фотонно-кристалічних волокон в автоматизованій системі керування зварювальним пристроєм 370

ПЛЕНАРНІ ДОПОВІДІ

УДК 621.396.67; 621.396.2

Лучанинов¹ А.И., Вишнякова² Ю.В.

СПЕКТРАЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МНОГОВХОДОВЫХ СИСТЕМ С РЕКОНФИГУРИРУЕМЫМИ АНТЕННАМИ (НЕЛИНЕЙНАЯ МОДЕЛЬ)

ММО системы являются одной из важнейших и наиболее интенсивно развивающихся областей современных радиотехнических систем. Такие системы с возможностью реконфигурации и динамической адаптации к постоянно изменяющимся условиям функционирования рассматриваются как очередной этап развития систем связи, как системы связи «нового поколения». Важной характеристикой, определяющей пропускную способность систем связи в рабочем диапазоне частот является спектральная эффективность (СЭ). Одним из направлений повышения СЭ является использование реконфигурируемых антенн (РА) в качестве антенн ММО систем [1]. РА представляют собой излучающие структуры (ИС), в состав которых входят управляющие элементы (УЭ), изменением параметров которых можно управлять электрической конфигурацией ИС, изменяя таким образом амплитудно-фазовое распределение антенны и, следовательно, ее характеристики. УЭ, как правило, являются нелинейными элементами. Это, в свою очередь, приводит к тому, что вся ММО система является нелинейной системой. Большинство разработанных к настоящему времени моделей основано на предположении о линейности каналов ММО системы. Они не позволяют учесть нелинейные эффекты, возникающие в ММО системах с РА и, тем самым, получать достаточно корректные результаты моделирования, а для расчета СЭ, строго говоря, вообще неприменимы.

К настоящему времени известно только несколько нелинейных моделей ММО систем [2, 3]. Однако возможность использования их для анализа систем, в состав которых входят реконфигурируемые антенны довольно ограничена.

В докладе рассмотрены особенности существующих моделей и предложена нелинейная математическая модель системы ММО, в основу

¹ д. ф.-м.н., профессор кафедры основ радиотехники Харьковского национального университета радиоэлектроники

² ассистент кафедры основ радиотехники Харьковского национального университета радиоэлектроники

которой положена модель антенн с нелинейными элементами [4]. Согласно разработанной модели вся ММО система, включающая передающую и приемную системы и систему рассеивателей рассматривается как единая многоходовая антенна в состав которой входят элементы с нелинейными характеристиками. Приведена обобщенная структурная схема нелинейной ММО системы и компонентные уравнения входящих в нее блоков. Получены уравнения состояния и выходные уравнения такой системы. Решение уравнений состояния позволяет определить канальную матрицу нелинейной ММО системы. Показано, что методы определения спектральной эффективности многоходовых систем, основанные на ортогонализации канальной матрицы неприменимы для нелинейных систем. Предложена методика определения СЭ таких систем.

Для численной реализации разработанной модели предложен достаточно универсальный алгоритм, позволяющий на этапе моделирования использовать различные численные методы и разработанные к настоящему времени пакеты программ электродинамического и схемотехнического моделирования. В заключение приведены результаты моделирования некоторых простейших ММО систем. В частности, показано, что частотная характеристика СЭ нелинейной системы в полосе пропускания РА существенно отличается от характеристики линейной системы. Это различие зависит от нелинейности характеристик УЭ, мощности излучения передающих антенн, уровня помеховых сигналов.

Список литературы

1. Piazza D. Design and evaluation of a reconfigurable antenna array for MIMO systems / D. Piazza, N.J. Kirsch, A. Forenza, R.W. Heath, Jr., K.R. Dandekar // IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 56. - No. 3. - 2008. - P. 869 – 881.
2. Banani S. A. Compensating for non-linear amplifiers in MIMO communications systems / S.A. Banani, R.G. Vaughan // IEEE Transactions on Antennas and Propagation. - Vol. 60. - No. 2. - 2012. - P. 700 – 714.
3. Rizzoli V. Integration of non-linear, radiation, and propagation CAD techniques for MIMO link design / V. Rizzoli, A. Costanzo, D. Masotti, M. Aldrigo, F. Donzelli, V. D. Esposti // International Journal of Microwave and Wireless Technologies. - Vol. 4. - No. 2. - 2012. - P. 223–232.
4. Luchaninov A. I. Mathematical model of antenna with lumped nonlinear elements / A. I. Luchaninov, Ya. S. Shifrin // Telecommunications and Radio Engineering, Vol. 66. - No. 9. - 2007. - P. 763–803.

A HYBRID LANGUAGE FOR FORMAL MODELING AND ANALYSIS OF MULTIAGENT SYSTEMS

Abstract – In this paper a hybrid temporal language called Temporal Trace Language (TTL) is proposed. It allows specifying dynamics of multiagent systems, including both qualitative and quantitative aspects of such systems. TTL subsumes languages based on differential equations and temporal logics. Furthermore, normal forms are defined for TTL that enable automated analysis. Software environments for simulation and verification of TTL specifications have been developed.

Many real world systems are hybrid in nature, i.e., are characterized by both qualitative and quantitative aspects. To represent and reason about structures and dynamics of such systems, the possibility of expressing both qualitative and quantitative aspects is required. Moreover, to tackle the issue of complexity and scalability the possibility of modelling of a system at different aggregation levels is in demand. Thus, modelling languages should be able to express logical relationships between parts of a system.

To address the discussed modelling demands, the Temporal Trace Language (TTL) is proposed, which subsumes languages based on differential equations and temporal logics, and supports the specification of the system behaviour at different levels of abstraction.

The language TTL is a variant of an order-sorted predicate logic [1]. Whereas standard multi-sorted predicate logic is meant to represent static properties, TTL is an extension of such language with explicit facilities to represent dynamics. To specify state properties for system components, *ontologies* are used which are specified by a number of sorts, sorted constants, variables, functions and predicates. State properties are specified based on such ontologies using a standard multi-sorted first-order predicate language.

To express dynamic properties, TTL includes special sorts: TIME (a set of linearly ordered time points), STATE (a set of all state names of a system), TRACE (a set of all trace names; a trace or a trajectory can be thought of as a timeline with a state for each time point), STATPROP (a set of all state property names), and VALUE (an ordered set of numbers). In TTL, formulae of the state language are used as objects. A time frame is assumed to be fixed, linearly ordered, for example, the natural or real numbers. States are related to state properties via the satisfaction relation denoted by the prefix predicate

¹ PhD, Assistant Professor, Delft University of Technology, the Netherlands

² PhD, Professor, VU University Amsterdam, the Netherlands

holds (or by the infix predicate \models): $\text{holds}(\text{state}(\gamma, t), p)$ (or $\text{state}(\gamma, t) \models p$), which denotes that state property p holds in trace γ at time point t . In general, TTL terms are constructed by induction in a standard way from variables, constants and function symbols typed with TTL sorts. Transition relations between states are described by dynamic properties, which are expressed by TTL-formulae. An interpretation of a TTL formula is based on the standard interpretation of an order sorted predicate logic formula.

For simulation it is essential to have limitations to the language. To this end, an executable language that allows specifying only direct temporal relations can be defined as a sublanguage of TTL; cf. [2]. Using a dedicated tool, TTL formulae that describe the complex dynamics of a system specified in a certain format may be automatically translated into the executable form. Based on the operational semantics of the executable language, a dedicated tool has been developed that allows performing simulations of executable specifications.

To analyze TTL specifications two types of verification techniques are used: model checking and trace checking. By means of model checking entailment relations are justified by checking properties on the set of all theoretically possible traces generated by execution of a system model. However, in some situations it is required to check properties only on a limited set of traces obtained empirically or by simulation. Such type of analysis is computationally much cheaper than model checking. The developed verification algorithm is a backtracking algorithm that systematically considers all possible instantiations of variables in the TTL formula under verification.

TTL and the related analysis techniques proved their value in a number of research projects in such disciplines as artificial intelligence, cognitive science, and biology. For more information we refer to [3].

References

1. Manzano, M. *Extensions of First Order Logic*, Cambridge University Press (1996)
2. Bosse, T., Jonker, C., van der Meij, L., Treur, J. A language and environment for analysis of dynamics by simulation. *International Journal of Artificial Intelligence Tools* 16 (3), 435–464 (2007)
3. Sharpanskykh, A., Treur, J. *Formal Modeling and Analysis of Cognitive Agent Behavior*. *Cognitive Processing*, 9(3), pp. 189–208 (2008)

МОБИЛЬНАЯ ЦИФРОВАЯ СТАНЦИЯ СВЯЗИ ДЛЯ НАЗЕМНЫХ СИЛ АНТИТЕРРОРИСТИЧЕСКОЙ ГРУППИРОВКИ

В Украине первая половина 2014 года связана с активно ведущимися антитеррористическими действиями, причиной которых стал захват террористами отдельных районов и городов на востоке Украины. В сложившейся ситуации вооруженные силы и спецподразделения не контролируют полностью всю зону проведения боевых действий. В указанный период силами украинской армии устойчиво контролировались только часть региона: юг и запад Донецкой и север Луганской областей. Поскольку штабы частей находятся на определенном отдалении от стационарных узлов связи, то возникает задача установления связи через районы, не контролируемые нашими войсками. Из наземных типов связи единственным решением может быть развертывание загоризонтных линий связи, состоящих из цифровых тропосферных станций. Однако не стоит исключать и вариант, когда одна сторона линии связи или обе стороны должны быть привязаны к стационарным узлам связи, например, объектам Укртелекома. Такую привязку в полевых условиях осуществляют средствами радиосвязи с помощью радиорелейных станций прямой видимости. Поэтому, в настоящий момент актуальна задача создания мобильной цифровой радиосвязи, которая одновременно работает в 2-х режимах: загоризонтной связи и прямой видимости.

В докладе представлена мобильная цифровая тропосферно-радиорелейная станция (МЦТрРРС), которая может использоваться не только в условиях вооруженных конфликтов, антитеррористических операций, но и при техногенных катастрофах, стихийных бедствиях, в сложной пересечённой или горной местности, в труднопроходимых местах, где узлы фиксированной связи отсутствуют или сильно удалены от центров управления. Производство таких станций может быть освоено отечественной промышленностью.

Разработанная МЦТрРРС работает в двух частотных диапазонах:

- в тропосферном режиме – 4,4 ... 4,8 ГГц;
- в радиорелейном режиме – 7,9 ... 8,4 ГГц.

¹ д.т.н, профессор кафедры «Телекоммуникации», ОНАС им. А.С. Попова

² аспирант кафедры «Телекоммуникации», ОНАС им. А.С. Попова; преподаватель государственного учреждения «Киевский колледж связи»

При создании станции учитывалась специфика функционирования линии загоризонтной связи. В основе построения линий загоризонтной связи лежат два механизма распространения радиоволн: на интервалах 50-80 км – дифракционное распространение радиоволн; на интервалах более 80 км – рассеяние радиоволн на неоднородностях тропосферы.

В МЦТрРРС, как в тропосферном, так и в радиорелейном режимах используется дуплексный метод передачи/приема. Обмен информацией между двумя корреспондентами осуществляется одновременно в двух частотных диапазонах для приема и передачи отдельно. Для передачи сигналов на выбранных частотах используется модуляция QPSK, как в тропосферном, так и радиорелейном режимах работы. В станции применяется внешнее кодирование – код Рида-Соломона, внутреннее кодирование – сверточное с декодированием по Витерби, мягким решением и перемежением. Для борьбы с межсимвольной интерференцией применяется обратная связь по решению с выигрышем 2,5 дБ. Пропускная способность тропосферного режима станции 8 Мбит/сек, а радиорелейного режима станции – 155 Мбит/сек.

В МЦТрРРС предложен следующий вариант использования антенн: для тропосферной части станции (ТрЧС) применяются две несимметричные однозеркальные антенны диаметром 2,5 м, представляющий собой вырезку из параболоида вращения диаметром 5 м с фокусным расстоянием 1,25 м и коэффициентом усиления 36 дБ;

для радиорелейной части станции (РРЧС) применяются две осесимметричные однозеркальные параболические антенны диаметром 0,9 м с коэффициентом усиления 35 дБ.

Основные параметры антенн и системы управления приведены в [1].

Варианты работы станции:

– вариант I – окончательный режим работы ТрЧС и окончательный, или ретрансляции, или узловой (ретрансляция с выделением сигналов в точке ретрансляции) режимы работы РРЧС (в этом варианте ТрЧС работает на «своего» корреспондента, а РРЧС – на «своего» корреспондента);

– вариант II – окончательный режим работы ТрЧС или окончательный режим работы РРЧС (в этом варианте передающий СВЧ тракт используется в составе двух передатчиков или для тропосферной связи, или для радиорелейной связи);

– вариант III – ТрЧС и РРЧС работают в единой комбинированной тропосферно-радиорелейной линии связи, при этом ТрЧС работает в окончательном режиме, а РРЧС может работать либо в окончательном режиме, либо в режиме ретрансляции, либо в узловом режиме

В МЦТрРРС применяется пространственно-разнесенный прием,

причем каждая антенна принимает как сигнал с горизонтальной поляризацией, так и сигнал с вертикальной поляризацией, а излучает только сигнал с горизонтальной поляризацией или с вертикальной поляризацией. В радиорелейном режиме каждая антенна излучает или сигнал с горизонтальной поляризацией, или сигнал с вертикальной поляризацией, а принимает сигнал соответственно с противоположной линейной поляризацией. Поэтому, СВЧ-тракт МЦТрРРС является сложным и включает следующие элементы:

- 2 антенны ТрЧС и 2 антенны РРЧС;
- 4 поляризационных селектора ;
- 2 дуплексера тропосферной части станции;
- распределитель мощности передающего СВЧ тракта;
- 4 перестраиваемых полосовых фильтра приемного СВЧ тракта ТрЧС и 2 выходных полосовых фильтра РРЧС;
- 4 приемника СВЧ ТрЧС и 2 приемника СВЧ РРЧС;
- 2 передатчика СВЧ;
- 2 делителя мощности передающего СВЧ тракта;
- 4 смесителя СВЧ ТрЧС и 2 смесителя СВЧ РРЧС;
- 4 предварительные УПЧ приёмного тракта ТрЧС;
- возбудитель-гетеродин, обеспечивающий работу станции в обоих диапазонах частот;
- электронные ключи, обеспечивающие подключение сигналов от пульта управления станции на передатчики СВЧ и возбудитель-гетеродин.

Следует заметить, что передающий СВЧ тракт и возбудитель-гетеродин являются общими для тропосферного и радиорелейного режимов работы МЦТрРРС.

Разработанная МЦТрРРС не имеет аналогов среди наземной многоканальной телекоммуникационной радиоаппаратуры, расположенной на единой мобильной платформе, по обеспечению линии связи (каналами) с пропускной способностью потока со скоростью 8 Мбит/сек на любое расстояние в интервале 0...200 км.

Список литературы

1. V.Pochernyaev, V.Povhlib. Managing of microwave antennas of digital combined radio relay-troposcatter station // Proceedings of the IX International Conference on Antenna Theory and Techniques (ICATT), 16–20 September 2013– Odessa, p. 544–545.

СИСТЕМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ НЕПРЕРЫВНЫМ ТРАВИЛЬНЫМ АГРЕГАТОМ

Одним из перспективных путей повышения эффективности прокатного производства является совершенствование систем автоматизированного управления ключевыми стадиями, определяющими качество выпускаемой продукции. К их числу относится технологическая линия травления полосовой стали, основу которой составляет непрерывный травильный агрегат (НТА). Эта линия функционирует в специфических условиях неопределенности, существенно осложняющих управление режимом травления. Автоматизация управления НТА предполагает, прежде всего, создание подсистемы цифрового управления концентрацией кислоты и температурой травильного раствора для получения заданного качества очистки стальных полос.

В докладе рассмотрена, в частности, модель процесса регулирования температуры и концентрации кислоты для травильного раствора с применением модифицированных методов идентификации с критическими свойствами. Синтезированный контур управления удовлетворяет критическим условиям. Показано, что кроме контура регулирования температуры травильного раствора и поддержания заданного уровня его кислотности, целесообразно в состав автоматизированной системы управления НТА ввести также контур регулирования длины металлической петли в травильной ванне для повышения качества конечного продукта. Получена и протестирована нейросетевая модель такого контура, которая может быть использована для синтеза критического цифрового регулятора длины петли стальной полосы в травильных ваннах. Предложен метод оценивания качества регулирования длины петли в травильных ваннах и обнаружения нештатных ситуаций на основе определения и текущего анализа остатков (рассогласования заданного и фактического значений длины петли) и их статистических характеристик. В предложенном методе используется «индекс качества», определяемый с помощью нейросетевой модели как

¹ Д.т.н., профессор каф. ЭВМ Харьковского национального университета радиоэлектроники

² К.т.н., доцент каф. ЭВМ Харьковского национального университета радиоэлектроники

функция математического ожидания и дисперсии остатков. Полученные зависимости между статистическими характеристиками данных и индексом качества позволяют оценить текущее состояние травильной линии без ее останова, что в итоге сокращает общую стоимость обслуживания рассматриваемого технологического комплекса. Недостатки существующей системы управления (отсутствие моделей и методов управления температурным режимом и концентрацией кислоты в травильном растворе; отсутствие контура управления длиной петли в травильных ваннах с учетом текущего состояния технологического процесса) были устранены в модернизированной системе. Разработана структура и обоснован выбор управляющих контроллеров, интеллектуальных датчиков и исполнительных устройств для модернизированной системы. В модернизированной интеллектуальной системе управления НТА реализовано два независимых контура управления (поддержания оптимальных значений температуры и концентрации травильных растворов; управления длиной петли стальной полосы в каждой травильной ванне). Проведенный анализ показал, что использование критических регуляторов в системах управления процессом травления позволит в значительной мере устранить недостатки, присущие традиционным системам управления, построенным на основе детерминированных или статистических моделей. Предложено использовать метод нагрева травильного раствора в выносном теплообменном аппарате с регулированием подающегося на него тепла (с применением нечетких моделей). В качестве выносных теплообменников используются аппараты из коррозионностойкого импрегнированного графита. В результате применения модуля нагрева травильного раствора на базе пластинчатого теплообменника, отказа от прямого нагрева травильного раствора, внедрения автоматизации расхода подачи насыщенного пара, стабилизировалась температура в травильных ваннах, а также существенно снизилась энергоемкость процесса.

Автоматизация процесса управления концентрацией серной кислоты и анализа количества сульфата железа в травильных растворах позволила уменьшить технологический запас серной кислоты на 21,5% и тем самым существенно снизить себестоимость технологического процесса. Таким образом, система управления НТА была усовершенствована включением в ее состав нейросетевых и нечетких моделей и критических регуляторов, оперативно обрабатывающих текущие данные и формирующих соответствующие управляющие воздействия.

1 СЕКЦІЯ «РАДІОТЕХНІЧНІ, РАДІОЛОКАЦІЙНІ І НАВІГАЦІЙНІ СИСТЕМИ»

UDC 621.396:358

Savchuk M.M.¹, Stetsiv S.², Tymchuk V.Yu.³

THE INITIAL OUTLOOKS ON TENDENCY OF 1L220U RADAR SYSTEM'S MODERNIZATION

The approaches how to improve the specifications of well-known TM's Fire Finder radar systems were shown in previous papers [1–3]. There are some summaries that are illustrated the mainstreams of radar construction or improvement:

- radar system must be mobile to be simple and rapid dislocated;
- radar personnel must be safe when anti-radar missile strike is possible;
- radar possibilities to detect a great number of both aerodynamic and ballistic targets simultaneously must be as wide as possible including weak echo-signals;
- radar must be included in joint geospatial system for obtaining an access to required operational information and radar data by determined users;
- scanning must be adaptive – form sectional to circular if necessary;
- unification of radars of such class is important;
- modern radioelectronic and information technologies are obligatory, certainly.

The mentioned trends might be used in construction or modernization such radar complex as 1L220U ([4] & https://iskra.zp.ua/files/ru_1L220U.pdf).

We will try to depict the main ideas of a proper modernization.

At first, as a combat experience of Antiterrorism operation in eastern Ukraine has shown the enemy can use the newest weapon successfully against troops, objects of Ukrainian Armed Forces. Naturally, the application of such weapon depends on a situation. But probability of making a fire by means of high-precision and (or) self-controlled missiles or bombs is high enough. Such condition causes to take special measures – technical, tactical and organizational ones – to preserve a livelong of active system when it operates.

At second, taking into account how combat actions follows quick in modern war or conflict and how it exchange one's geographical area it's

¹ Chief of reconnaissance unit of A1978 (Zaporizhzhia) in Ukrainian Armed Forces

² Deputy head of Faculty Teach Board in Army Academy named after Het'man Petro Sahajdachnyj (Lviv)

³ Ph.D., senior researcher in Army Academy named after Het'man Petro Sahajdachnyj

necessary to have a minimal readiness time that it doesn't even exceed 30 sec.

At third, the operational area of radar really must determine from a set of narrow sectors to 360°. Of course the modes are adaptive ones. And it must be possible to set a required mode from a distance control place.

Next, the radar system has to be included into close wideband substitute network that is taking the possibilities to have an access to data for other users according to certain permission. Probably the cooperation with passive systems of artillery reconnaissance in joint system improve not only efficiency of artillery support but a livelong and possibilities to solve different missions in combat operation.

It is recommended to use special signal processing algorithms with high resolution which are effective for coherent signals, for example matrices projector algorithm or another.

And, naturally, the special training courses and simulation software and devices have to be produced for personnel's preparation.

References:

1. Тымчук В.Ю. Инновационные инженерно-технические решения в артиллерийских РЛС класса FIREFINDER // Артиллерийское и стрелковое вооружение. – 2011. – № 2. – С. 48–53.
2. Tymchuk V. Essence of radio signals processing in close range reconnaissance // Proc. of Xth Int. Conf. TCSET. – Publishing House of Lviv Polytechnic, 2010. – P. 276.
3. Bondarenko B., Datsyk V., Tymchuk V. Detection of very long and power signal in information radio systems // Proc. of Int. Conf. TCSET-2014 (Lviv-Slavske, Ukraine, Febr. 25 – Mar. 1, 2014). – Publishing House of Lviv Polytechnic, 2014. – P. 418.
4. Імпульсний радіолокатор. / М.Т. Томачинський, Д.М. Піза, І.С. Пресняк // Патент на винахід №44107. – Опубл. 15.12.2004. – Електронний ресурс. – Режим доступу: <http://uapatents.com/4-44107-impulsnijj-radiolokator.html> .

ПРАВИЛО ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СИСТЕМЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

Современные вычислительные системы позволяют распознавать подвижные объекты в реальном времени, что позволяет предотвращать социальные конфликты и техногенные катастрофы. Эффективность работы системы обусловлена используемым методом формирования признаков и правилом принятия решений. Разработанный метод формирования признаков использует ортогональное преобразование для выделения наиболее информативных составляющих. Следовательно значения уровня серого для каждой точки изображения подвижного объекта должно быть описано двумерной дискретной функцией [1]. При выполнении данного условия для изображения рассчитывается двумерное прямое преобразование Фурье

$$F(u, v) = \frac{1}{MN} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) e^{-j2\pi \left(\frac{ux}{M} + \frac{vy}{N} \right)}, \quad (1)$$

где $x \in [0, M-1]$, $y \in [0, N-1]$.

Значения полученного массива данных описывают изменения яркости изображения точками вблизи начала координат, а удаленные от центра точки описывают границы объектов, расположенных на изображении. Затем к значениям усредненного по ансамблю реализаций спектра применяется ортогональное преобразование для перехода во вторичное пространство. Эффективными информативными признаками для использования в правиле принятия решений являются полученные собственные значения $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ и собственные векторы.

Разработанное правило принятия решений для классификации входных объектов использует критерий подобия Дайса

$$D(A, B) = \frac{2 \times \sum_{i=1}^n a_i b_i}{\sum_{i=1}^n a_i^2 + \sum_{i=1}^n b_i^2}, \quad (2)$$

где D – коэффициент подобия, A, B – набор признаков входного образа и

¹ аспирант каф. РЭС ХНУРЭ

образа из базы данных [2]. Если значение коэффициента подобия больше определенного порогового значения, то входной образ соответствует текущему классу из базы данных. Поскольку при расчете малозначимые элементы набора признаков не учитываются, то для наиболее схожих объектов будут получены большие значения подобия.

Для оценки эффективности работы прототипа системы распознавания образов используются предварительно подготовленные набор входных образов и база данных образов для классов. После запуска системы для каждого образа формируются признаки, а затем определяется подобие входных образов к образам классов из базы данных, используя разработанное правило принятия решений. На рисунке 1 показаны зависимости значений вероятностей относительно количества используемых векторов в модуле правила принятия решений.

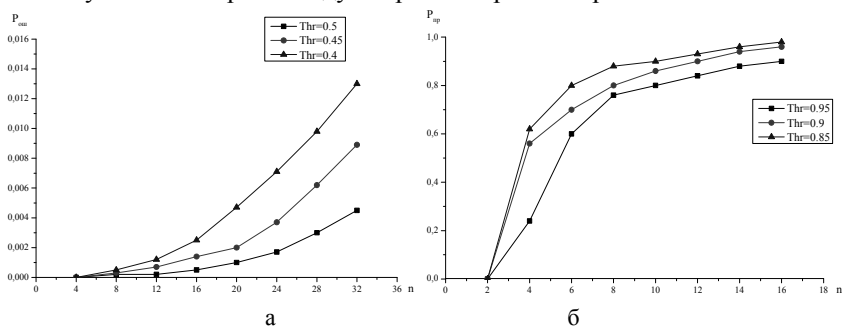


Рисунок 1. Зависимость от количества собственных векторов: а – вероятности ошибочного распознавания ($P_{ош}$); б – вероятности правильного распознавания ($P_{пр}$)

При проведении экспериментальных исследований было выяснено, что использование большего количества собственных векторов приводит к ухудшению качества распознавания, поскольку в первых собственных векторах образа находятся наиболее информативные признаки.

Список литературы

1. Rafael C. Gonzalez Digital Image Processing / R. C. Gonzalez, R. E. Woods. – Ed. 3. – Prentice Hall, 2007. – 976 p. – ISBN 978-8131726952.
2. Lin Zjenjiang. MatchSim: A Novel Similarity Measure Based on Maximum Neighborhood Matching / Z. Lin., M. R. Lyu, I. King // Knowledge and Information Systems. – 2012. – Vol. 32. – Is. 1. – pp. 141–166.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОХОДНОГО РЕЗОНАТОРА СО СЛАБОЙ СВЯЗЬЮ И ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ НЕОДНОРОДНОСТЯМИ

Моделированию процессов, происходящих в СВЧ резонаторах, заполненных диэлектрическим материалом, посвящено много исследований [1, 2], но обзор работ показывает, что для детального анализа наблюдаемых явлений недостаточно экспериментальных исследований, а необходимо математическое моделирование этих процессов. Одной из серьезных проблем при разработке таких устройств является трудность формирования заданных распределений поля в диэлектрическом материале, помещенном в резонатор. Наиболее предпочтительным является аналитическое решение задач СВЧ нагрева, которое удобно для нахождения зависимости распределения температуры от параметров среды и характеристик системы возбуждения электромагнитного поля и их оптимизации.

Расчет параметров проходного прямоугольного резонатора рис.1 с частичным диэлектрическим заполнением при слабой связи решается

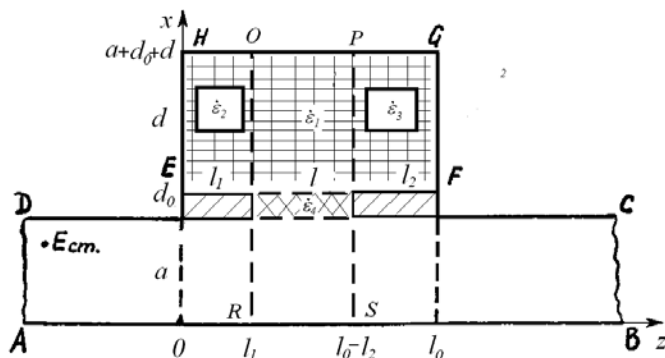


Рисунок 1. Проходной резонатор со слабой связью диэлектрическими неоднородностями

¹ к.ф.-м.н., доц. каф. Радиотехники и телекоммуникаций Запорожского национального технического университета

² ст. преподаватель каф. Радиотехники и телекоммуникаций Запорожского национального технического университета

методом частичных пересекающихся областей и использованием интегральных уравнений макроскопической электродинамики [3, 4]. Этот метод позволяет учитывать как параметры каждого из диэлектриков, так и его геометрическую форму.

В качестве математической модели выбран проходной резонатор со слабой связью, содержащий диэлектрическое заполнение с заданными комплексными диэлектрическими проницаемостями.

Так как размеры диэлектрических неоднородностей сравнимы с размерами резонатора и резонансной длиной волны, то решение интегрального уравнения для нахождения амплитуд напряжённостей электрического поля проводилось численно. Порядок алгебраических систем зависит от количества учитываемых собственных функций. При решении задачи количество собственных функций могло варьироваться в зависимости от параметров диэлектриков и их геометрических размеров. По значениям амплитуд напряжённостей полей рассчитаны коэффициенты прохождения и отражения, а так же мощность излучения из резонансной области и мощность потерь в диэлектриках.

Полученные результаты позволяют определить параметры диэлектрического заполнения при котором достигается максимально равномерное распределения поля внутри резонатора.

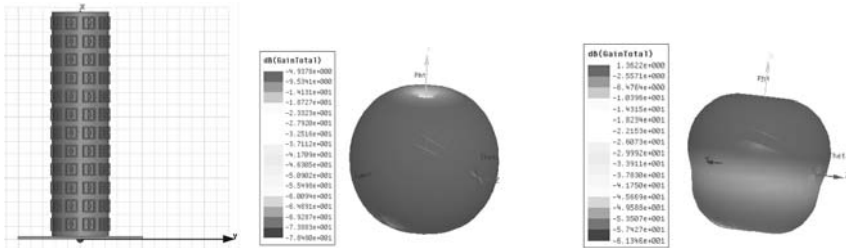
Список литературы

1. Афанасьев А. М. Математическое моделирование взаимодействия СВЧ излучения с влагосодержащими плоскими слоистыми средами. Ч. 1. / А. М. Афанасьев, В. В. Подгорный, Б. Н. Сиплиный, В. В. Яцышен // Изв. вузов. Электротехника. – 2001. – № 2. – С. 14–21.
2. Степанов В. В. Оптимизация равномерного распределения СВЧ энергии в частично заполненном резонаторе / Степанов В. В. // Материалы 10-й Международной Крымской конференции [«СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии»], (Украина, Крым, Севастополь, 11–15 сентября, 2000). – Севастополь : Севастопольский национальный технический университет, 2000. – С. 596.
3. Хижняк Н. А. Интегральные уравнения макроскопической электродинамики / Хижняк Н. А. – К. : Наукова думка, 1986. – 279 с.
4. Прохода И. Г. Метод частично пересекающихся областей для исследования волноводно-резонаторных систем сложной формы. / И. Г. Прохода, В. П. Чумаченко // Изв. вузов. Радиофизика. – 1973. – Т. XVI, № 10. – С. 1578–1582.

ШТЫРЕВАЯ АНТЕННА НА ОСНОВЕ МЕТАМАТЕРИАЛОВ

Цель работы – найти решение задачи улучшения качества мобильной связи вдали от базовых станций без существенного увеличения массы и габаритов абонентского терминала. Один из возможных путей решения этой проблемы – использование внешней антенны.

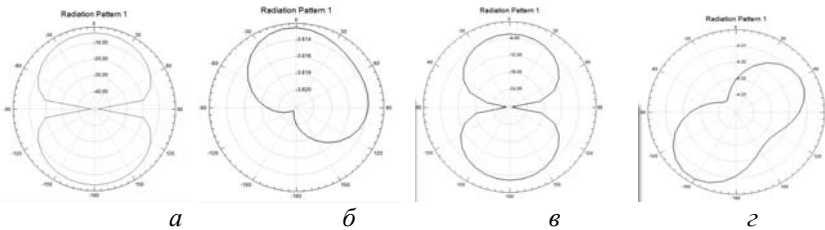
Предлагается решение указанной задачи в виде модифицированного штыревого монополя с метаструктурой ENG- типа, состоящей из цилиндра радиусом 0.5 высотой, окруженного метаматериалом, макроразмер которого соответствует четверти длины волны для частоты $f=900$ МГц. Роль земляной платы играет медная пластина размерами $1 \times 50 \times 50$ мм. Структура несимметричного вибратора смоделирована в среде HFSS (рис.1).



а) геометрия б) 3D ДН вибратора на частоте 0.9 ГГц в) 3D ДН 2.4 ГГц;

Рисунок 1. Геометрия и 3D ДН

На рис. 2 изображены ДН в главных сечениях на резонансных частотах.



а) 0.9 ГГц, б) 2.4 ГГц – в плоскости, параллельной подложке,
в) 0.9 ГГц, г) 2.4 ГГц – в плоскости, перпендикулярной подложке;

Рисунок 2. ДН в главных сечениях на резонансных частотах

¹ доц. ЗНТУ

² студ. гр. РТ-911 ЗНТУ

Степень согласования характеризует зависимость коэффициента отражения S_{11} штыревой антенны с метаструктурой в виде ENG – среды от частоты в диапазоне от 0.1 ГГц до 4 ГГц.

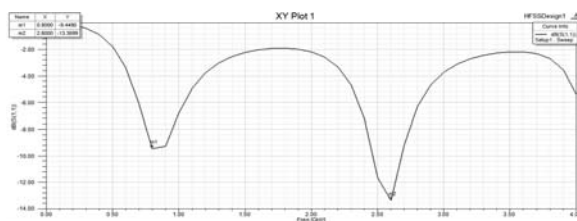
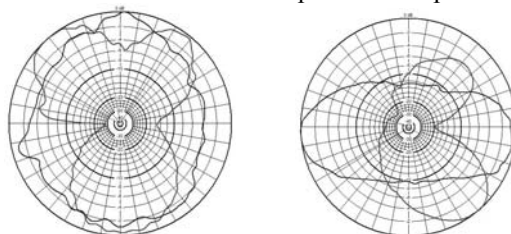


Рисунок 3. Частотные характеристики антенны

Экспериментальные ДН в вертикальной и горизонтальной плоскостях модифицированного монополя с метаматериалом изображены на рис.4.



а) 0,96 ГГц,

б) 1,8 ГГц;

Рисунок 4. Экспериментальные ДН

В результате проделанных теоретических и экспериментальных исследований показано, что среди рассмотренных конструкций антенн наилучшие характеристики имеет антенна, состоящая из модифицированного монополя, окруженного цилиндрической поверхностью из ENG -метаматериала. За счет хорошего согласования с питающей линией она способна улучшить условия приема сигнала до достаточных даже в затененных местах, в горах, в лесу или в сельской местности, где количество базовых станций мобильных операторов невелико. Данные проведенных теоретических и экспериментальных исследований хорошо согласуются между собой. Преимущества предлагаемой антенны заключаются в том, что она позволяет уменьшить излучаемую мощность передатчика, поскольку за счет применения метаматериала электрически малая антенна имеет свойства большой. При этом улучшается качество приема сигнала и, тем самым, ускоряется доступ абонента к интернет-сети и услугам GPS за счет увеличения скорости передачи данных, причем, все это осуществляется с помощью одной антенны.

ВЛИЯНИЕ МЕТАМАТЕРИАЛОВ НА ЧАСТОТНЫЕ СВОЙСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКИ МАЛЫХ АНТЕНН НА ОСНОВЕ ФРАКТАЛОВ

Цель работы – найти решение задачи улучшения частотных свойств и качества связи вдали от источников сигнала и ее восстановления в зонах неполного покрытия без существенного увеличения массы и габаритов антенной системы.

Решение указанной задачи возможно различными путями. Один из них – использование электрически малых антенн с применением в конструкции фрактальных структур и метаматериалов. Исследовалась антенна $1/4$, $1/8$ и $1/16$ длины волны для частоты $f=900$ МГц, в виде модифицированной салфетки Серпинского на подложке из метаматериалов. Структура смоделирована в среде HFSS. Изготовлен макет. На рис.1,а изображены лицевая и обратная стороны конструкции антенны.



Рисунок 1. Геометрия и ДН салфетки

На рис.2 изображены поверхностные распределения поля по антеннам – для конструкции без метаматериала (рис.2,а) и с метаматериалом DNG – типа (рис.2,б). Присутствие метаматериала уменьшает равномерность растекания поля и, как следствие, делает антенну более направленной.

ДН фрактальных антенн на всех интересующих нас частотах (от 0,9 ГГц до 5 ГГц) обладают достаточной изотропностью в широком секторе пространственных углов и стабильностью формы в большом частотном диапазоне.

Наблюдается практически частотная независимость не только формы ДН, но и ширины луча ДН в диапазоне 0,9...2,4 ГГц. Это –

¹ доц. ЗНТУ

² маг. гр. РТз-219м ЗНТУ

следствие, так называемого, скейлингового эффекта, наблюдаемого у фрактальных антенн.

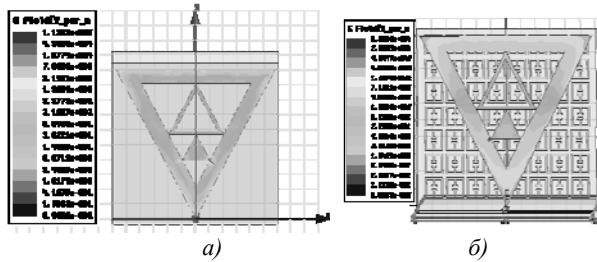


Рисунок 2. Распределение поля по поверхности модифицированной салфетки

Степень согласования характеризует зависимость коэффициента отражения S_{11} штыревой антенны с метаструктурой в виде ENG и DNG-сред от частоты в диапазоне от 0.1 ГГц до 10 ГГц (рис.3).

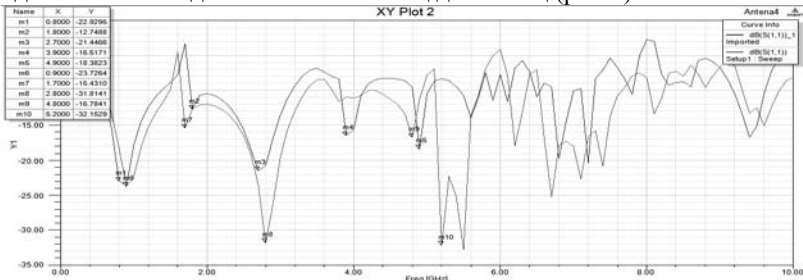


Рисунок 3. Частотные характеристики антенны с DNG и ENG- метаматериалами

Экспериментально и теоретически установлено, что разработанная антенна позволяет:

- уменьшить излучаемую мощность, так как за счет применения метаматериала электрически малая антенна работает как большая;
- улучшить качество приема сигнала. Это позволяет пользоваться не только коммуникативными, но и другими сервисами передачи данных: доступ к сети интернет, GPS;
- учитывая скейлинговые свойства фракталов, все это возможно реализовать с помощью одной антенны.

ПЕЛЕНГАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ ШУМОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ЛИНЕЙНЫХ НЕЭКВИДИСТАНТНЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТКАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПСЕВДОШУМОВОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ВЫБОРКИ

На сегодняшний день задача пеленгации источников шумового излучения – одна из важных задач радиолокации. Существующие методы пеленгации характеризуются наличием порогового эффекта – резким увеличением среднеквадратической ошибки пеленгации по мере того, как отношение сигнал-шум (ОСШ) станет меньше некоторого порогового или выборка становится малой (число выборок меньше числа антенных элементов).

Повысить эффективность пеленгации в таких условиях можно используя методы «численного ресамплинга» (resampling), которые позволяют формировать ансамбль так называемых «псевдовыборок». Один из подходов по формированию ансамбля псевдовыборок состоит в внесении случайности в наблюдение. Наиболее простой алгоритм рандомизации наблюдения основан на многократном подмешивании шума к наблюдению [1, 2].

Однако, определенным ограничением подхода [2] является его применимость к линейной эквидистантной антенной решетке (ЛЭАР). Данное ограничение связано с использованием в этой работе метода Root-MUSIC, который применяется для ЛЭАР и, в отличие от метода MUSIC, не требует последовательного математического сканирования при пеленгации источников излучения.

Для преодоления этого ограничения в работе предлагается использовать метод интерполяции антенных решеток [3]. Суть метода состоит в том, что множество управляющих векторов ЛЭАР может быть рассчитано путем линейной интерполяции такого множества реальной (неэквидистантной) антенной решетки в пределах ограниченного углового сектора.

Таким образом, основное отличие предлагаемого метода пеленгации от [2] – использование метода интерполяции антенных решеток [3]. По аналогии с [2] с помощью одного из методов лучеформирования (Бартлетта и др.) определяется угловой сектор (угловые сектора) нахождения источников излучения. Этот сектор

¹ ктн, докторант ХУПС, Харьковский университет Воздушных Сил

используется для расчета множества управляющих векторов виртуальной ЛЭАР и матрицы, которая является результатом подгонки методом наименьших квадратов множеств управляющих векторов виртуальной и реальной антенной решеток. Эта матрица учитывается при получении корреляционной матрицы наблюдений и в выражении для метода Root-MUSIC.

Повышение эффективности пеленгации источников предлагаемым методом по сравнению с методом Root-MUSIC достигается увеличением вычислительной сложности. Поэтому для ускорения его реализации предлагается на этапе поиска собственных векторов и собственных значений корреляционной матрицы наблюдений использовать систолические массивы процессорных элементов или графические процессорные элементы.

Проверка эффективности предложенного подхода осуществлялась методом имитационного моделирования. Сравнивалась точность пеленгации подходом из [2] при использовании десятиэлементной ЛЭАР и предложенным подходом при использовании неэквилидистантной АР с таким же числом антенных элементов. Точность пеленгации предложенным подходом в области пороговых ОСШ выше точности пеленгации методом Root-MUSIC и сравнима с точностью метода из [2].

К направлениям дальнейших исследований следует отнести обобщение предложенного подхода на случай предварительного формирования пространственных каналов (обработки в пространстве лучей- beamspace), использования технологии суррогатных данных [4], коррелированности сигналов источников изучения, антенных решеток с минимальной избыточностью, метода ESPRIT.

Список литературы

1. Gershman A. B. A pseudo-noise approach to direction finding /A. B. Gershman, J. F. Böhme// Signal Processing. –1998, May. – Vol. 71.– P.1–13.
2. Vasylyshyn V. Removing the outliers in root-MUSIC via pseudo-noise resampling and conventional beamformer /V. Vasylyshyn //Signal processing.– 2013– Vol. 93. – P. 3423–3429
3. Friedlander B. Direction finding using spatial smoothing with interpolated arrays/ B.Friedlander, A. Weiss //IEEE Trans. on AES.– 1992. –Vol.28, no.2.– P.574–587.
4. Костенко П.Ю. Повышение эффективности спектрального анализа сигналов методом Root-MUSIC с использованием суррогатных данных/ П.Ю. Костенко, В.И. Василишин // Радиоэлектроника. – 2014. – том 57, №1. – С.31–39.– (Иzv. Вузov).

ДРЕЙФЫ ПОГРЕШНОСТЕЙ АЛГОРИТМОВ ЧИСЛЕННОГО ИНТЕГРИРОВАНИЯ НЕВЕКТОРНЫХ УРАВНЕНИЙ ОРИЕНТАЦИИ

Рассматриваются погрешности бесплатформенных инерциальных систем ориентации (БИСО) в определении углов поворота основания, обусловленные погрешностями алгоритмов численного интегрирования уравнений ориентации.

Целью исследования является изучение точности определения бортовым вычислителем БИСО одного из углов поворота в пространстве подвижного основания при синхронных колебаниях его по двум другим углам (такое движение основания в литературе получило название «конического, «coning» [1]) при использовании для описания поворотов неекторных уравнений ориентации, в частности, матричного уравнения Пуассона. Такое движение вызывает постоянное возрастание со временем погрешности, которое назовем «алгоритмическим дрейфом». Задача состоит в установлении особенностей зависимости алгоритмических дрейфов погрешности от величины шага опроса измерителей, амплитуды, частоты и сдвига фаз колебаний основания. Она решается путем компьютерного моделирования в среде системы Matlab процесса обработки измерительной информации, осуществляемой в бортовом вычислителе.

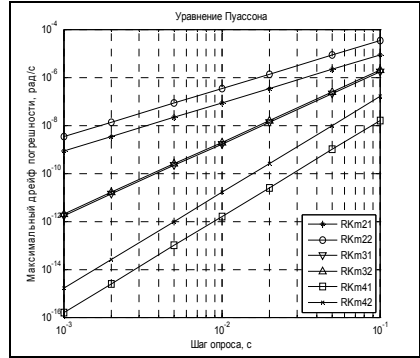
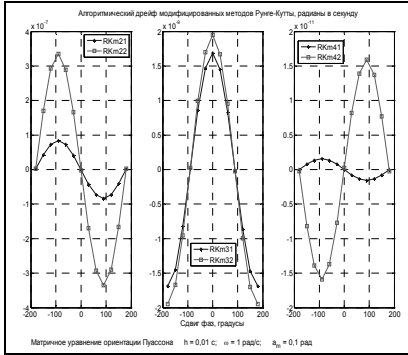
Модель состоит из трех блоков: имитатора углового движения основания; имитатора бортового вычислителя и блока сравнения. Имитатор движения основания осуществляет «точный» расчет значений углов поворота основания и проекций его угловой скорости (а также, при необходимости, – и приращений псевдокоординат). Имитатор функций бортового вычислителя осуществляет численное интегрирование выбранного уравнения ориентации выбранным алгоритмом. На выходе блока получаем оценки текущих значений углов поворота основания. В блоке сравнения определяются погрешности оценивания текущих значений всех трех углов поворота основания.

Графики установленных в результате моделирования зависимостей дрейфов от сдвига фаз между колебаниями основания и от величины шага опроса измерителей для одной группы алгоритмов, основанных на модификации известных методов Рунге-Кутты, представлены на рисунках.

¹ Д.т.н., профессор, НТУУ «КПИ»

² К. т. н., доцент, НТУУ «КПИ»

³ Ст. преподаватель, НТУУ «КПИ»



Моделирование алгоритмов, основанных на использовании метода Пикара, показали аналогичные результаты. Проведенные исследования позволили сделать вывод, что в целом зависимость дрейфа от амплитуд ϑ_m и φ_m , частоты ω , сдвига фаз ε колебаний основания, шага h интегрирования и порядка N метода интегрирования для не векторных методов подчиняется соотношению

$$D_M = k \cdot h^N \cdot \vartheta_m \cdot \varphi_m \cdot \omega^{N+1} \cdot \sin\left(\varepsilon + N \frac{\pi}{2}\right),$$

где коэффициент k зависит только от алгоритма метода интегрирования.

Значения этого коэффициента для каждого из исследованных алгоритмов приведены в таблице 1.

Таблица 1. Значения коэффициента k

	Алгоритмы методов Рунге-Кутты					
	RKm21	RKm22	RKm31	RKm32	RKm41	RKm42
k	0,0839	0,335	0,169	0,195	-0,0156	0,159
Алгоритмы методов Пикара для измерения угловой скорости						
	Picar 2mm		Picar 3mm		Picar 4mm	
k	0,165		0,022		0,03	
Алгоритмы Пикара для измерения приращений псевдокоординат						
	PicPsev2		PicPsev3		PicPsev4	
k	0,082		0,021		0,0044	

Список литературы

1. Savage P. G. Strapdown inertial navigation integration algorithm design. Part 1: Attitude algorithms / Journal of guidance, control and dynamics. Vol. 21, № 1, January-February 1998. – pp. 19–28.

СИНТЕЗ ФИЛЬТРОВ НИЖНИХ ЧАСТОТ, СОСТАВЛЕННЫХ ИЗ ПРОСТЫХ И ДВУХСЕКЦИОННЫХ ШЛЕЙФНЫХ РЕЗОНАТОРОВ

Рассматривается методика прямого синтеза фильтров нижних частот с чебышевской характеристикой в полосе пропускания и с нулем передаточной функции на заданной частоте в полосе заграждения. Структура фильтра представлена на рис. 1. Она содержит простые шлейфы в виде разомкнутых четвертьволновых отрезков линии с волновым сопротивлением ρ_s , а также двухсекционный разомкнутый шлейф, образованный из двух отрезков линий с разными волновыми сопротивлениями ρ_{D1} и ρ_{D2} . Шлейфы соединены четвертьволновыми отрезками линий с волновыми сопротивлениями ρ_L . Вход и выход фильтра имеет волновое сопротивление ρ_0 .

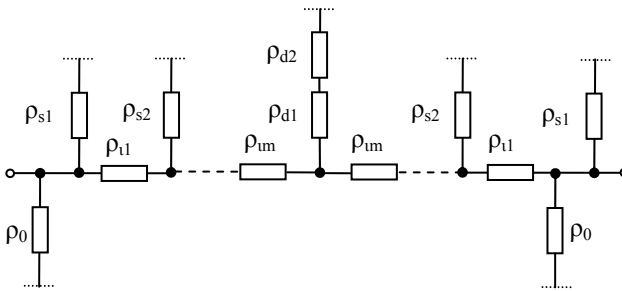


Рисунок 1. Структура фильтра

Параметры рассеяния $S_{ik} = A_{ik}/B$ элементов фильтра имеют следующий вид:

$$\left. \begin{aligned} A_{11}(\theta) &= j \cdot \frac{\sin(\theta)}{2R_t} (R_t^2 - 1), \quad A_{21} = 1, \\ B(\theta) &= \cos(\theta) + j \cdot \frac{\sin(\theta)}{2R_t} (R_t^2 + 1), \end{aligned} \right\} \text{— для отрезка линии;}$$

¹ д.т.н., проф. ЗНТУ

² ст. преп. ЗНТУ

$$\left. \begin{aligned} A_{11}(\theta) &= -j \cdot \frac{\sin(\theta)}{2R_s}, \quad A_{21}(\theta) = \cos(\theta), \\ B(\theta) &= \cos(\theta) + j \cdot \frac{\sin(\theta)}{2R_s}, \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{– для разомкнутого простого} \\ \text{шлейфа;} \end{array}$$

$$\left. \begin{aligned} A_{11}(\theta) &= -j \cdot \frac{\sin(\theta)}{2R_{d1}}, \quad A_{21}(\theta) = \cos(\theta)^2 - \cos(\theta_0)^2, \\ B(\theta) &= \cos(\theta)^2 - \cos(\theta_0)^2 + j \cdot \frac{\sin(\theta)}{2R_{d1}}, \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{– для двухсекци-} \\ \text{онного шлейфа.} \end{array}$$

Здесь j – мнимая единица, $R = \rho/\rho_0$ – нормированное сопротивление линии, $\theta = 2\pi/\lambda$ – электрическая длина, $\theta_0 = \arccos[-(\rho_{d2} - \rho_{d1})/(\rho_{d2} + \rho_{d1})]$ – угол, определяющий нуль передаточной функции.

Характеристики фильтра вычисляются по формуле:

$$\left. \begin{aligned} \hat{M} &= \begin{bmatrix} \hat{A} & -\hat{A}_{11} \\ \hat{A}_{11} & -\hat{B} \end{bmatrix} = \prod_{i=1}^n \begin{bmatrix} A_i & -A_{11i} \\ A_{11i} & -B_i \end{bmatrix}, \quad A_i = \frac{A_{11i}^2 - A_{21i}^2}{B_i}, \\ \hat{A}_{21} &= (-1)^{n-1} \prod_{i=1}^n A_{21i}. \end{aligned} \right\}$$

При синтезе коэффициент передачи фильтра по мощности представляется в виде:

$$\left| \hat{S}_{21}(\theta) \right|^2 = \frac{1}{1 + \sigma |F(\theta)|^2}.$$

Из анализа структур на рис.1 следует общий вид для функции фильтрации:

$$F(\theta) = \frac{A_{11}(\theta)}{A_{211}(\theta)} = \frac{k \cdot \sin(\theta) \sum c_i \cos(\theta)^{2i}}{\cos(\theta)^m [\cos(\theta)^2 - \cos(\theta_0)^2]}.$$

Эта функция для равноволновой характеристики в полосе пропускания может быть представлена следующим образом:

$$F(\theta) = \cos[n\phi_1(\theta) + (m-1)\phi_2(\theta) + 2\phi_2(\theta)],$$

где $\phi_1(\theta) = \arccos(\sin(\theta)/\sin(\theta_c))$,

$$\phi_2(\theta) = \arccos\left(\frac{\operatorname{tg}(\theta)}{\operatorname{tg}(\theta_c)}\right),$$

$$\phi_3(\theta, \theta_k) = \arccos\left(\frac{\sqrt{1 - \left(\frac{\operatorname{tg}(\theta_c)}{\operatorname{tg}(\theta_0)}\right)^2} \frac{\operatorname{tg}(\theta)}{\operatorname{tg}(\theta_c)}}{\sqrt{1 - \left(\frac{\operatorname{tg}(\theta_c)}{\operatorname{tg}(\theta_0)}\right)^2} \frac{\operatorname{tg}(\theta)}{\operatorname{tg}(\theta_c)}}}\right)$$

n, m – определяются числом линий и простых шлейфов, θ_c – граница полосы пропускания по уровню пульсаций, равному σ .

Например, для структуры, составленной из двух простых шлейфов и одного двухсекционного шлейфа, соединенных линиями, при $\theta_c = 0.4712$, $\theta_0 = 0.6872$ функция фильтрации приобрела следующий вид:

$$F(\theta) = \frac{\sin(\theta) \left(16.099 - 37.556 \cos(\theta)^2 + 21.821 \cos(\theta)^4 \right)}{\sin(\theta_0)^{-2} \sin(\theta_c)^3 \left(\cos(\theta)^2 - \cos(\theta_0)^2 \right)}.$$

Факторизация проводилась по переменной $z = \exp(-2\theta)$, при этом получен знаменатель S-параметров синтезируемого фильтра:

$$\hat{B}(z) = b(1+z) \prod_{i=0}^4 (z - e^{-2\beta_i}),$$

где $b = -18.695$, $\beta = \pm 0.4690 + j0.03213, \pm 0.3166 + 0.1094, 0.15464$.

Числителям S-параметров соответствуют зависимости:

$$\hat{A}_{11}(z) = a(1-z^2) \prod_{i=0}^1 (z - e^{-2\alpha_i}) \cdot (z - e^{2\alpha_i}),$$

$$\hat{A}_{21}(z) = z(1+z)^2 \cdot (z - e^{-2\theta_0}) \cdot (z - e^{2\theta_0}),$$

где $a = -28.963$, $\alpha = 0.4534, 0.2994$.

Заключительным этапом синтеза является выделение из матрицы $\hat{M}(z)$ фильтра матриц отдельных звеньев с определением волновых сопротивлений, входящих в них линий.

НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В РАДИОАКУСТИЧЕСКОМ ЗОНДИРОВАНИИ АТМОСФЕРЫ

Создание метеорологического радиолокатора нового поколения невозможно без включения в его состав аппаратуры, позволяющей получать количественную информацию об основных метеорологических величинах: температуре и влажности воздуха, скорости и направлении ветра. Такой аппаратурой является система радиоакустического зондирования (РАЗ). Основные достижения в разработке способов зондирования, создании экспериментальной аппаратуры и алгоритмов доплеровской обработки данных изложены в монографии [1]. Автором работы [2] предложено применить для обработки данных зондирования корреляционную обработку сигналов систем РАЗ. Известная сложность такой обработки обходится применением блоков обработки, выполненных по нанотехнологиям. В то же время применение корреляционной обработки позволяет значительно расширить и оптимизировать технологии РАЗ атмосферы.

При корреляционной обработке сигналов для извлечения данных о метеорологических величинах из данных радиоакустического зондирования информационным параметром является параметр расстройки условия Брэгга q , зависящий от скорости звука. Расчет температуры воздуха с использованием этого параметра, уточненного путем снижения влияния амплитуды выходного сигнала генератора опорных сигналов на точность определения параметра для каждого уровня трассы зондирования, дает возможность получить более высокую точность регистрации вертикального профиля температуры без выполнения условия Брэгга по трассе зондирования. Кроме того, учет энергии сигнала при его обработке снижает значение систематической погрешности, присущей измерениям температуры доплеровским способом, на 1–2 К [3].

Для определения частоты релаксации звука при его распространении в реальной атмосфере, а, соответственно, и влажности воздуха, необходимо исключить влияние пространственно-временной неоднородности температуры воздуха и скорости ветра на результат измерения скорости звука. С этой целью следует измерить скорость звука двух разных частот, которые одновременно распространяются в атмосфере вертикально вверх. Далее, допуская, что действие температуры воздуха и радиальной скорости ветра при зондировании

¹ д.т.н., зав. каф. РЭС, ХНУРЭ

² к.т.н., зав. ПНИЛ зондирования, ХНУРЭ

одинаково на скорость звука двух разных частот, можно выделить разницу скоростей звука, обусловленную влажностью воздуха [4], как разницу соответствующих значений q .

Поскольку при вертикальном зондировании для определения q используется именно амплитуда принятых радиосигналов, то, учитывая преобладающий вклад горизонтальной скорости ветра w в ослабление амплитуды радиосигналов, целесообразно использовать данный эффект для измерения ее значения. При отсутствии ветра амплитуда радиосигналов, принятых с заданной высоты, описываемая главным лепестком функции $(\sin x/x)^2$, равна A_T . Она соответствует значению q_1 и определяется только действием изменения температуры с высотой на скорость акустического импульса C_a . При наличии ветра значение амплитуды принятых радиосигналов с той же высоты составит A_Σ , определяемое суммарным действием температуры и ветра на значение амплитуды этих сигналов, которому соответствует значение уже параметра q_2 , которому, в свою очередь, отвечает некая виртуальная скорость акустического импульса C_a . Для разделения влияния температуры воздуха и горизонтального ветра на результаты измерения горизонтального ветра целесообразно применить два вида одновременной обработки принятых радиосигналов: доплеровскую и корреляционную, при которых в качестве информационных параметров сигналов служат их амплитуда и частота. Относительная среднеквадратическая погрешность измерений в таком случае составит $\sigma_w/w \approx 4 \cdot 10^{-2}$.

Таким образом, применение корреляционной обработки сигналов системы РАЗ позволяет повысить точность регистрации вертикальных профилей основных метеорологических величин.

Список литературы

1. Радиоакустическое зондирование атмосферы. Прошкин Е.Г., Бабкин С.И., В.М.Карташов и др. Разд.2//Дистанционные методы и средства исследования процессов в атмосфере Земли/ Под ред. Кашеева Б.Л., Прошкина Е.Г., Лагутина М.Ф. Харьков: Коллегиум, 2002. С.44–98.
2. Карташов В.М. Модели и методы обработки сигналов систем радиоакустического и акустического зондирования атмосферы.- Харьков, ХНУРЭ. 2011. 233 с.
3. Карташов В.М., Бабкин С.И., Пашенко С.В., Куля Д.Н. Спосіб радіоакустичного зондування атмосфери для реєстрації вертикального профілю температури. Патент України № 97612. Опубл. 27.02.2012, бюл.№4.
4. Карташов В.М., Бабкин С.И., Куля Д.Н.К вопросу о возможности регистрации влажности воздуха при корреляционной обработке сигналов системы радиоакустического зондирования/ Радиотехника. Всеукр. науч.- техн. сб. Вып.172. 2013, с. 67–71.

ОБНАРУЖЕНИЕ МАНЕВРА РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ЦЕЛИ В ОБЗОРНЫХ РЛС ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СИГНАЛОВ С ШИРОКОЙ ПОЛОСОЙ ЧАСТОТ

Модель траектории радиолокационной цели (РЛЦ), вместе с моделью процесса измерения образуют сложную модель объединенной динамической системы вторичной обработки радиолокационной информации. Маневрирование РЛЦ относится к классу преднамеренных возмущений траектории РЛЦ, что приводит к смене состояния в динамической системе и может привести к ее неустойчивой работе. Поэтому в алгоритмах траекторной обработки должно быть предусмотрено обнаружение маневра РЛЦ. Обнаружение, оценка интенсивности маневра и воспроизведение траекторий маневрирующих целей по данным радиолокационной информации (РЛИ) является одной из сложнейших задач вторичной обработки РЛИ. Как правило, обнаружение маневра РЛЦ производят по отклонению ее траектории от принятой модели движения по каждой из фильтруемых координат. Необходимо отметить, что данная процедура обнаружения начала и конца маневра РЛЦ эффективна лишь в том случае, когда маневр цели интенсивный и продолжительный.

В [1] результатами моделирования показано, что применение ЛЧМ сигналов с шириной спектра 150 МГц, которые обеспечивают разрешение элементов цели по дальности и получение дальностных портретов (ДП), улучшает траекторное сопровождение по данным обзорных РЛС. Результаты натурных экспериментов и моделирования показывают, что форма ДП значительно зависит от ракурса цели. На рис.1 представлены, полученные в результате моделирования, усредненные ДП обнаруженной цели (модели тактического истребителя F-15) на четырех обзорах РЛС. Представлены ДП для цели, летящей прямолинейно, и цели, выполняющей разворот в горизонтальной плоскости (вираж). Заметно, что изменение ракурса цели приводит к изменению формы ДП.

¹ А.Л. Ковтунов ад'юнкт Харківського університету Повітряних Сил (ХУПС)

² С.П. Лещенко, доктор техн. наук, професор, провідний науковий співробітник наукового центру Повітряних Сил (НЦПС) ХУПС

³ З.З. Закіров, канд. техн. наук, с.н.с., старший наукових співробітник НЦПС ХУПС

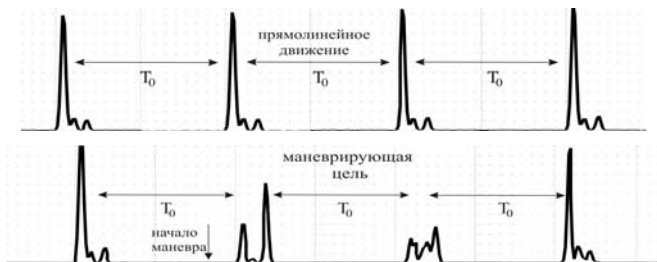


Рисунок 1. Усредненные ДП обнаруженной РЛЦ (модели тактического истребителя F-15) на четырех обзорных РЛС

Предлагается производить обнаружение маневра цели по результатам оценивания величин коэффициентов межобзорной корреляции, усредненных ДП, полученных на смежных обзорных РЛС.

Моделирование с применением пакета программ [2] показало, что значения коэффициентов межобзорной корреляции ДП больше зависят от ракурса цели, чем от отношения сигнал-шум. При прямолинейном движении РЛЦ корреляция ДП изменяется незначительно при отношениях сигнал-шум более 15дБ.

Ярко выраженная зависимость коэффициентов межобзорной корреляции от ракурса и стабильность по отношению к мощности принятого сигнала играют важную роль при выборе порога в обнаружителе маневра. Выбор величины порога в литературе рассмотрен недостаточно и на практике, как правило, вычисляется экспериментально.

Моделирование указывает на противоречивые требования к выбору величины порога. Малый порог обеспечивает своевременное переключение фильтров при обнаружении маневров средней интенсивности и ложное переключение при маневрах сильной интенсивности. Повышение порога делает фильтр сопровождения не чувствительным к маневрам малой и средней интенсивности и обеспечивает своевременное переключение при маневрах сильной интенсивности. Удовлетворением противоречивых требований для своевременного обнаружения интенсивных маневров цели может стать использование коэффициентов межобзорной корреляции, полученных при обработке сигналов с широкой полосой частот.

Список литературы

- [1] Ковтунов А.Л. Методы вторичной обработки РЛИ в обзорных РЛС использующих полярную систему координат с применением СШП сигналов./ Ковтунов А.Л., Лешенко С.П., Закиров З.З., Батурицкий М.П.// Збірник наукових праць ХУПС. – Х. ХУПС, 2013 – Вип.1(34). – С.74–78
- [2]. Shirman Y.D., Gorshkov S.A., Leshchenko S.P., Orlenko V.M., Sedyshev S.Yu., Radar Target Backscattering Simulation Software and User's Manual– Boston-London: Artech House, 2002. – 71 p.

ИССЛЕДОВАНИЕ АДЕКВАТНОСТИ МАКРОМОДЕЛИ ОПЕРАЦИОННОГО УСИЛИТЕЛЯ

Использование систем схемотехнического моделирования в процессе проектирования радиоаппаратуры давно стало нормой для западных предприятий, производящих современную электронную технику. Наибольшее распространение для проведения схемотехнического моделирования получила программа Spice [1], разработанная в *Department of Electrical Engineering and Computer Sciences, University of California, Berkeley*, положенная в основу большинства современных коммерческих систем схемотехнического моделирования. К таким системам, в первую очередь относятся: HSPICE (фирма MetaSoftware), ORCAD (Cadence Design Systems, Inc.), IS_SPICE (Intusoft), MicroCap (Spectrum Software), Altium Designer (Altium), Dr. Spice и ViewSpice (Deutsch Research). Однако внедрение систем схемотехнического моделирования в значительной степени сдерживается отсутствием параметров моделей радиоэлементов. Следствием голода на параметры моделей явилось появление многочисленных библиотек и баз данных, содержащих необходимые параметры моделей, построенных по принципу аналогов с зарубежными элементами. Однако использование этих библиотек является «опасным» с точки зрения достоверности приводимых там параметров. Ярким примером сказанного являются операционные усилители, библиотеки с описанием макромоделей которых существует достаточно большое количество. Кроме этого фирмы производители электрорадиоэлементов публикуют описания SPICE-моделей для выпускаемой продукции. В связи с этим, актуальным становится создание методик исследования адекватности моделей радиоэлементов, доступных и открытых для пользователя [2].

В настоящей работе методика исследования адекватности макромодели операционного усилителя (ОУ) иллюстрируется на модели 3 уровня.

Предлагаемая методика позволяет исследовать частотные, временные и статические характеристики исследуемых макромоделей и сопоставлять их с характеристиками реальных приборов, приводимых в технических условиях (ТУ). В основу методики положено моделирование

¹ Магистрант кафедры ИТАС

² Д.т.н., заведующий кафедрой ИТАС МИЭМ НИУ ВШЭ

выходных характеристик операционного усилителя, приводимых в ТУ.

Частотные и временные характеристики предлагается исследовать по схеме включения операционного усилителя, приведенной на рис. 1.

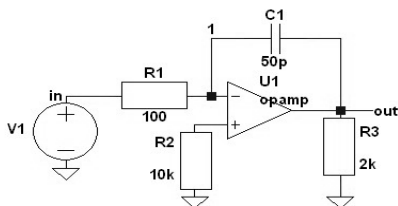


Рисунок 1. Схема включения ОУ для исследования частотных и временных характеристик

Исследование статических характеристик и напряжения смещения предлагается по схемам включения, представленных на рис. 2.

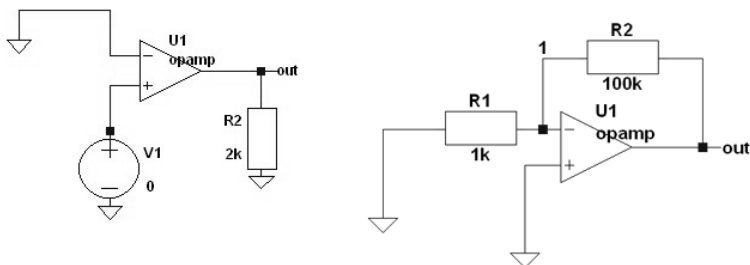


Рисунок 2. Схемы включения ОУ для исследования статических характеристик ОУ

Предлагаемая методика позволяет определять не только степень адекватности макромоделей операционных усилителей, но и погрешности моделирования при их использовании.

Настоящее исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ в 2014 году.

Список литературы

1. Spice 3 User Manual by T.Quarles, A.R.Newton, D.O.Pederson, A.Sangiiovanni-Vincentelli Department of Electrical Engineering and Computer Sciences University of California Berkeley, Ca., 94720.
2. Тумковский С.Р. Идентификация параметров моделей элементов ЭЭС//Технологии электромагнитной совместимости, 2004, №11, с. 43–47

КВАЗИОПТИМАЛЬНЫЕ АЛГОРИТМЫ МЕЖДУПЕРИОДНОЙ ОБРАБОТКИ ПАЧЕЧНЫХ КОГЕРЕНТНЫХ СИГНАЛОВ НА ФОНЕ ГАУССОВЫХ МЕШАЮЩИХ ОТРАЖЕНИЙ

Оптимальные алгоритмы обработки сигналов, синтезу и анализу которых уделено огромное внимание в литературе, важны, прежде всего, как средство установления граничных значений критериев оптимизации в условиях, использованных при синтезе. Эти границы на практике, как правило, не могут быть достигнуты. Реализуются только те или иные («квазиоптимальные» **КО**) разновидности оптимальных алгоритмов, о качестве которых можно судить по сложности и степени близости их эффективности к теоретическим границам, обеспечиваемым гипотетической оптимальной обработкой в соответствующих условиях.

Доклад посвящен анализу и сравнению **КО** алгоритмов и структур систем междупериодной обработки (**МПО**) пачечных когерентных сигналов на фоне мешающих отражений (**МО**) различной природы. Эти системы, входящие в состав большинства современных импульсных РЛС, решают задачу нетраекторной селекции движущихся целей (**СДЦ**) на фоне **МО**, сохраняющую актуальность с момента возникновения радиолокации.

В огромном потоке литературы на эту тему важное место уделено исследованиям устойчивости (робастности) систем **МПО** к влиянию различных факторов, сопровождающих работу реальных РЛС. Результаты этих исследований позволяют реалистически оценить возможности систем **СДЦ** и обосновать требования к параметрам составных элементов РЛС (междупериодной стабильности несущей частоты и интервалов зондирования передатчика, линейности амплитудной характеристики приемника, идентичности характеристик временных каналов приема, виду оценок априори неизвестных параметров входных воздействий и объему обучающей выборки для адаптивных систем **МПО** и т.п.).

В связи с повсеместным переходом к цифровой обработке роль

¹Доктор технических наук профессор, главный научный сотрудник ХНУРЭ

²Кандидат технических наук доцент, ведущий научный сотрудник ХНУРЭ

³Научный сотрудник ХНУРЭ

⁴Научный сотрудник ХНУРЭ

⁵Кандидат технических наук доцент, ведущий научный сотрудник ХНУРЭ

некоторых факторов уменьшается. Однако остаются факторы естественного или искусственного происхождения, робастность к влиянию которых заслуживает специального исследования.

К ним относятся, в частности, вопросы робастности показателей эффективности систем **МПО** к «сглаживанию» импульсной характеристики (**ИХ**) когерентного накопителя импульсов прямоугольной пачки полезного сигнала на выходе фильтра подавления помехи, не отраженные в известной авторам литературе. Такое сглаживание широко применяется на практике, поскольку снижает уровень боковых лепестков частотной характеристики накопителя, облегчая тем самым разрешение в одном импульсном объеме РЛС целей с различными эффективными поверхностями рассеяния и радиальными скоростями (доплеровскими сдвигами частот отраженных сигналов).

Однако такое сглаживание рассогласовывает принимаемый и опорный сигналы, так что обработка в целом оказывается неоптимальной даже при оптимальной структуре и параметрах предшествующего накопителю фильтра подавления помехи и, кроме того, очень чувствительной к степени сглаживания. В этих условиях возможны другие, более робастные, **КО** системы **МПО**, которые не только повышают эффективность, но и упрощают обработку.

Демонстрации, физическому объяснению и практическим следствиям из этого «неожиданного» эффекта уделено основное внимание в докладе, организованном следующим образом.

Описывается используемая модель входных воздействий, структуры, параметры и эффективность оптимальной **МПО** когерентных (дружно флуктуирующих) пачек отраженных сигналов движущихся точечных целей на фоне шума приемника и **МО**, аппроксимируемых гауссовыми стационарными процессами авторегрессии (**АР** – процессами) произвольного целого порядка. Приводятся последовательно упрощаемые разновидности **КО** алгоритмов (структур) систем **МПО** со сглаженными **ИХ** когерентных накопителей. Развивается теория, объясняющая различие их робастности к такому сглаживанию, в том числе эффект повышения потенциальной эффективности обработки по мере ее упрощения до определенного предела. Приводятся результаты количественного сравнения предельных возможностей рассматриваемых **КО** систем **МПО** в гипотетических условиях точного знания статистических характеристик входных воздействий. Обосновываются рациональные структуры адаптивных систем **МПО**, предназначенных для использования в реальных условиях параметрической априорной неопределенности статистических характеристик **МО**.

ПРИБЛИЖЕННЫЙ РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ НЕПЛОСКОСТНОГО ПОГЛОЩАЮЩЕГО ФИЛЬТРА ГАРМОНИК

Большинство СВЧ-устройств представляют собой комплекс элементарных неоднородностей, которые могут быть выделены и классифицированы по принципиальным признакам в сравнительно небольшое число типовых разновидностей и сопоставлены с определенными аналогами. Примером таких устройств можно назвать E -уголок, гофрированный волновод, ступенчатый трансформатор, волноводные фильтры на предельных волноводах и др.

Цель данного исследования заключалась в определении прочностных характеристик поглощающих фильтров, т.е. определения величины пробивной мощности и электрически слабого узла. В представленной работе расчет электропрочности поглощающего фильтра на высокий уровень мощности [1] производился с помощью метода электростатической аналогии, подробно изложенного в [2]. Данный метод основан на последовательном анализе «критических сечений» сложного устройства с помощью соответствующих электростатических аналогов.

Основными параметрами рассмотренной волноводной структуры являются «коэффициенты неоднородности поля критического узла» – q , которые дают возможность определить область максимальной напряженности поля E_{\max} . В качестве критерия электрической прочности принято следующее соотношение:

$$\delta P_{np} = P_{np.устp} / P_{np.регул} = 1 / (E_{\max} / E_{cp})^2 = 1 / q^2,$$

где δP_{np} – относительная пробивная мощность; $P_{np.устp}$ – пробивная мощность устройства; $P_{np.регул}$ – пробивная мощность регулярного волновода; E_{cp} – средняя напряженность в разрядном промежутке, равная напряженности равномерного поля для данной разности потенциалов и длине промежутка.

В соответствии с принятым порядком расчета, был уточнен тип неоднородности. У рассматриваемого фильтра неоднородностями являются отверстия круглой формы (рис. 1, а), связывающие центральный

¹ ст. преподаватель кафедры «Радиотехника и телекоммуникации», ЗНТУ

² ст. преподаватель кафедры «Защита информации», ЗНТУ

волновод с круглыми предельными волноводами.

Согласно классификации типовых неоднородностей устройств СВЧ, в качестве расчетной модели взят симметричный аналог неоднородности – скругленный угол у магнитной стенки (неизлучающая щель, рис.1, б). Острые кромки и углы не применяются в устройствах высокого уровня мощности, поэтому подобные системы представляются закругленными с минимальным радиусом закругления $r'=0,1-0,3$ мм или близкой к этому фаске.

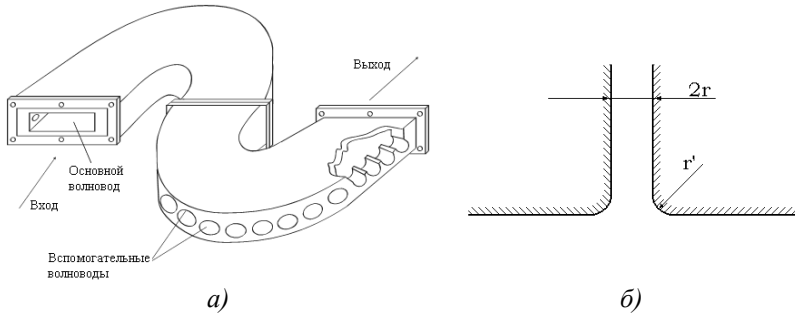


Рисунок 1.

Расчет коэффициента неоднородности поля проводился по графику зависимости q от расчётного параметра $u=r'/r$ (r – радиус неизлучающей щели; r' принят равным 0,3 мм для данной конструкции фильтра), определяемого геометрией устройства, представленного в [2]. Авторами были проведены численные расчеты для пяти отверстий различных радиусов ($r= 0,75; 0,85; 0,95; 1,05; 1,15$ см). Полученные значение u и q дали возможность определить относительные пробивные мощности $\delta P_{пр}$, по которым был определен наиболее опасный участок фильтра. Им оказалось отверстие радиусом $r=1,15$ см при $q=1,9$ и $\delta P_{пр} = 0,277$.

Для этого опасного участка фильтра был проведен расчет минимально возможной величины пробивной мощности, которая зависит от давления, температуры и рассогласования в тракте. Основной волновод фильтра сечением 48x24 мм работал в условиях: давление $p=5$ атм, температура окружающей среды $t=50^0$ С, КСВ тракта больше или равен 1,05. При таких условиях, коэффициент запаса прочности основного волновода фильтра составил $K_{зан} = 2,6$.

В данном случае необходимость запаса прочности обусловлена тем, что в тракте всегда присутствуют инородные тела (например, металлическая пыль). При большом уровне рабочей мощности эти мелкие тела, находясь во взвешенном состоянии, будут являться дополнительными неоднородностями и, следовательно, около них будет создаваться поле повышенной напряженности. Это приведет к снижению электрической прочности.

Результаты проведенного исследования могут быть использованы для оценки электрической прочности СВЧ систем на высокий уровень импульсной мощности.

Перечень ссылок

1. Вольман, В.И. Фильтр поглощающего типа на высокий уровень мощности [Текст] / В.И. Вольман, Л.М. Логачева // Радиотехника. – 1979. – Т. 34, №1. – С. 25–28.
2. Райцын, Д.Г. Электрическая прочность СВЧ устройств [Текст] / Д.Г. Райцын. – М.: Сов. радио, 1977. – 166 с.

**МЕТОДИ ВИМІРУ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ОБ'ЄКТІВ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ ЇХ РОЗПІЗНАВАННЯ**

Одним з найважливіших напрямів сучасної радіолокації є пошук методів здобуття якнайповнішої інформації, що міститься в радіолокаційних сигналах і завадах. Радіолокаційне розпізнавання (РЛР) є частиною даного напрямку і передбачає вимірювання радіолокаційних характеристик (РЛХ) різних об'єктів, вибір найбільш інформативних, стійких ознак і ухвалення рішення щодо приналежності цих об'єктів до певного типу [1]. Розробка систем РЛР пов'язана з вирішенням ряду проблем, основними з яких є складання словника ознак і вибір найбільш ефективного алгоритму розпізнавання, здатного з високою ймовірністю вірного розпізнавання (ЙВР) класифікувати до якого типу відноситься виміряна від об'єкту дослідження інформація [2].

За умови одноетапного ухвалення рішення щодо типу об'єкта спостереження, алгоритми їх розпізнавання відрізняються мірою обліку статистики вимірюваних ознак і завад. Найбільше значення ЙВР забезпечують параметричні і непараметричні байєсовські алгоритми. Складність технічної реалізації таких алгоритмів полягає у відсутності відомостей про закони розподілу вимірюваних ознак і завад, а також параметри цих законів. Серед одноетапних непараметричних алгоритмів найбільші ЙВР забезпечують евристичні алгоритми обчислення відстаней, зокрема алгоритм Махалобіса [2]. Недоліком таких алгоритмів є необхідність пошуку мінімуму і зниження шумів округлення. В зв'язку з цим викликають інтерес евристичні алгоритми оцінки сумарної потужності ознак розпізнавання, що співпадають з ознаками еталону. До таких алгоритмів можна віднести алгоритм Кейпона, ефективність якого залежить від точності вимірювання всіх ознак розпізнавання [3].

Для вимірювання простору ознак найбільш зручним інструментом є радіолокація, яка за ефективністю в більшості випадків перевершує відео або інфрачервоні методи вимірювання характеристик досліджуваних об'єктів. Радіолокаційний дальнісний портрет (РЛДП) об'єкта вважається найбільш інформативною його ознакою тому, що містить інформацію про довжину і характерні риси об'єкта. Такі РЛДП

¹ к.т.н., с.н.с., зав. каф. БЖД ДУТ, м. Київ

² ст. виклад. ДУТ

³ ст. виклад. ДУТ

можуть бути отримані також і з використанням методів математичного та фізичного моделювання. Основними недоліками математичного моделювання є обмежена точність представлення поверхні імітаційних моделей, складність і неоднозначність розв'язання електродинамічної задачі взаємодії імітаційних моделей з площинною електромагнітною хвилею сигналів зондування, особливо в разі рухомих моделей.

За фізичного моделювання досліджувані процеси або об'єкти відтворюються із збереженням їх фізичної природи (натурне моделювання) або з використанням подібних фізичних явищ (масштабне моделювання). Натурне моделювання процесу вимірювання РЛДП вимагає створення коштовних макетів РЛС, що опромінюють об'єкти. Для вимірювання РЛДП об'єктів під різними ракурсами необхідний або обліт їх навколо РЛС або переміщення макету РЛС навколо об'єкту, розташованого на землі. У першому випадку процес вимірювання РЛДП буде достатньо коштовним, а в другому – практично не розв'язується задача пригнічення заважаючих віддзеркалень від землі і місцевих предметів. За масштабного моделювання дослідження проводяться на фізичних моделях, що володіють фізичною подібністю. Прикладом дослідження процесів поширення радіохвиль може служити використання безлунових камер – електродинамічне моделювання, яке є основним методом вимірювання РЛДП. За виконання вимог електродинамічної подібності в вимірних результатах враховуються нелінійності трактів проходження сигналу і ефекти його перевідбиття, вклад яких практично неможливо оцінити іншими методами. Таким чином, проведений аналіз показує, що при створенні систем розпізнавання, що працюють в реальному масштабі часу важливими залишаються питання вимірювання РЛХ різних об'єктів, вибір інформативних, стійких ознак і вибір ефективного алгоритму розпізнавання, що працює з обмеженим обсягом навчальної вибірки. Яскравим представником таких алгоритмів є відомий в цифровому спектральному аналізі алгоритм Кейпона, який може бути застосований і на етапі порівняння вектора вимірних від об'єкту ознак з еталонами, що зберігаються в банку даних системи розпізнавання.

Список літератури

1. Небабин В. Г., Сергеев В. В. Методы и техника радиолокационного распознавания. М.: Радио и связь, 1984 154 с.25.
2. В.С. Наконечный. Исследование возможности измерений радиолокационных дальностных портретов воздушных целей при использовании современных методов цифрового спектрального анализа / Мордвицев Н.В., Наконечный В.С., Садовый К.В. // Контрольно-измерительные приборы и автоматика. – Х.:ФТИ. – 2005. – Вып. май/июнь. – С. 43 – 47.
3. Марпл.-мл. С. Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990. –584 е., ил.

АНАЛІЗ ТОЧНОСТІ МОНОІМПУЛЬСНОГО РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ОЦІНЮВАННЯ РАДІАЛЬНОЇ ШВИДКОСТІ ЦІЛЕЙ ЛЧМ СИГНАЛОМ

Моноімпульсне радіолокаційне оцінювання радіальної швидкості цілей сигналами з лінійною частотною модуляцією (ЛЧМ) можливе на основі вимірювання змін, зумовлених впливом ефекту Доплера, параметра модуляції відбитого від цілі й прийнятого луна-сигналу порівняно із зондувальним. Відбитий від рухомої цілі ЛЧМ радіолокаційний сигнал унаслідок ефекту Доплера спотворюється порівняно із зондувальним – змінюється його частота та змінюється параметр модуляції пропорційно радіальній швидкості цілі [1].

Моноімпульсна радіолокаційна оцінка радіальної швидкості цілі v_r за величиною зміни параметра модуляції ЛЧМ зондувального сигналу описується як [1]

$$v_r \approx \frac{b_{ГрС} - b_{ВЗ}}{b_{ВЗ}} \cdot \frac{c}{2} \quad (1)$$

де $b_{ВЗ}$, $b_{ГрС}$ – параметр модуляції (швидкість зміни частоти) випроміненого зондувального й прийнятого ЛЧМ сигналу відповідно; c – швидкість поширення радіосигналу, $c \approx 3 \cdot 10^8$ м/с.

Величина параметра модуляції ЛЧМ сигналу може бути визначена за допомогою цифрового вимірювача [2] у якому миттєве значення частоти оцінюється шляхом підрахунку кількості імпульсів часової послідовності нулів ЛЧМ сигналу за тривалість вимірювального строба, що симетричний відносно моменту вимірювання. Тривалість вимірювального строба задається у пристрої не більше половини тривалості ЛЧМ сигналу. Основними джерелами похибок цифрового вимірювання параметра модуляції ЛЧМ сигналу є його випадкова фаза у моменти початку й кінця відповідного вимірювального строба миттєвої частоти ЛЧМ сигналу та нестабільність тривалості вимірювального строба [2, 3].

Припускаючи, що результати вимірювання параметра модуляції зондувального й прийнятого ЛЧМ сигналів некорельовані, формула для

¹ к.т.н., провідний науковий співробітник відділу військової частини, м. Житомир

² к.т.н., доцент кафедри математики Житомирського національного агроекологічного університету

розрахунку дисперсії $\sigma_{V_r}^2$ моноімпульсної оцінки радіальної швидкості цілей ЛЧМ сигналом набуває вигляду [1]:

$$\sigma_{V_r}^2 \approx \left[\frac{1}{b_{B3}^2} \cdot \sigma_{b_{PrC}}^2 + \frac{b_{PrC}^2}{b_{B3}^4} \cdot \sigma_{b_{B3}}^2 \right] \cdot \frac{c^2}{4} \quad (2)$$

де $\sigma_{b_{B3}}$, $\sigma_{b_{PrC}}$ – середні квадратичні похибки оцінки параметра модуляції випроміненого зондувального й прийнятого ЛЧМ сигналів відповідно.

Аналіз результатів математичного моделювання дисперсії моноімпульсної оцінки радіальної швидкості цілей ЛЧМ сигналом (2) із застосуванням цифрового вимірювача [2] дає підстави зробити такі висновки:

- збільшення тривалості радіолокаційного ЛЧМ зондувального сигналу створює можливість збільшення тривалості вимірювального строба, чим забезпечується краща точність вимірювання миттєвої частоти ЛЧМ сигналу, а значить зменшення похибок оцінювання параметра модуляції й моноімпульсної оцінки радіальної швидкості цілей;

- збільшення девіації частоти ЛЧМ зондувального сигналу призводить до збільшення параметра його модуляції, а, отже, й до збільшення абсолютної величини його доплерівського зміщення, що забезпечує зменшення відносних похибок оцінки цього зміщення, тобто кращу точність моноімпульсної оцінки радіальної швидкості цілей;

- за умови величини бази ЛЧМ зондувального сигналу більше 10^6 , середні квадратичні похибки моноімпульсної оцінки радіальної швидкості космічних цілей менше одної десятої її абсолютного значення.

Список литературы

1. Омельчук В.В., Омельчук О.В., Фомін М.П. Моноімпульсне радіолокаційне оцінювання радіальної швидкості цілей лінійно-частотно модульованим сигналом // Вісник ЖДТУ. Серія: Технічні науки. – 2012. – № 4 (63). – С.100–105.
2. Авторское свидетельство СССР № 279566 за 1988 год. М. кл.: G01R 23/00. Цифровой измеритель скорости изменения частоты линейно-частотно модулированных сигналов / В.В. Владимирский, В.В. Омельчук, Н.П. Фомин // Описание изобретения по заявке № 3168814 с приоритетом от 27.04.1987 года.
3. Радиоэлектронные системы : Основы построения и теория. Справочник. Изд. 2-е, перераб. и доп. / Под ред. Я.Д. Ширмана. – М.: Радиотехника, 2007. – 512 с.

ОПИСАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АТМОСФЕРНЫХ ОНЧ – РАДИОШУМОВ

Известно [1], что по земному шару в единицу времени происходит в среднем около ста разрядов, которые излучает радиоволна в очень широком спектре частот – от единиц герц до десятков миллионов герц.

Цель настоящей работы состоит в том, чтобы на основании собственных экспериментальных исследований функции распределения $P(V > V_0)$ огибающей атмосферного ОНЧ – радиошума найти наиболее простую из известных математических моделей, выбрать оптимальную из них по числу параметров и удобству её использования в прикладных и теоретических аспектах.

К таким моделям можно отнести обобщенную t – модель [2], в которой атмосферный радишум в текущие моменты времени модулируется одновременно несколькими молниевыми разрядами, интенсивность, число и расстояние от которых являются переменными величинами.

Для дополнительной интегральной функции распределения вероятностей огибающей в [2] получено выражение (1)

$$P(V > V_0) = \int_{V_0}^{\infty} w_V(x) dx = \frac{\gamma^{\theta-1}}{(V_0^2 + \gamma^2)^{\frac{\theta-1}{2}}} = \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{V_0}{\gamma}\right)^2\right]^{\frac{\theta-1}{2}}} \quad (1)$$

Для проверки соответствия выражения (1) измеренному распределению $P(V > V_0)$ необходимо параметры θ и γ выразить через физические характеристики поля, например, через среднее ($V_{cp.}$) и среднеквадратичное ($V_{cp.кв.}$) значения напряжения огибающей принятого радиошума на выходе узкополосной системы. В частности, в [2] получено: при $\theta = 3$: $\gamma_{\theta=3} = \frac{2}{\pi} V_{cp.}$, при $\theta = 4$: $\gamma_{\theta=4} = \frac{V_{cp.кв.}}{\sqrt{2}}$.

На графиках рис. 1 для частот приема 13,5 кГц (рис. 1 а) и 50 кГц (рис. 1 б) показаны результаты сопоставлений измеренных (пунктирная линия) и рассчитанных (сплошная линия) по формуле (1) для $\theta=3$ (кривая 1) и $\theta=4$ (кривая 2).

¹ д. ф.-м. н., профессор, кафедры физики и биомедицинской техники, ЛГТУ

² аспирант кафедры физики и биомедицинской техники, ЛГТУ

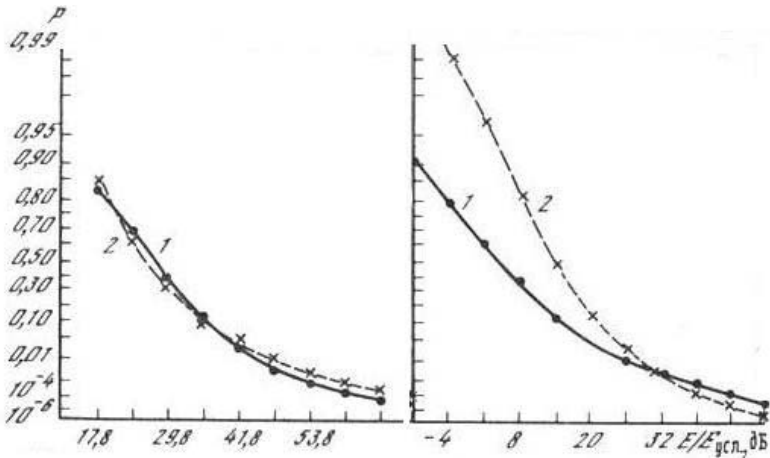


Рисунок 1. Аппроксимация экспериментальных значений функции распределения огибающей атмосферных радиопомех по формуле (1): 1 – измеренное распределение: $a - f = 13,5$ кГц, $b - 50$ кГц; 2 – рассчитанное распределение: $a - \theta = 3$; $\gamma = 18,66$; $b - \theta = 4$; $\gamma = 6,58$

Из рисунка 1 а следует, что обобщенная t – модель [2] только в ОНЧ – диапазоне может быть использована для описания функции распределения огибающей атмосферного радишума.

За верхним пределом ОНЧ – диапазона (частоты свыше 30 кГц) существуют весомые различия между теоретическими и экспериментальными [3] данными.

Список литературы

1. Шпиганович, А.Н. О статистических свойствах естественного атмосферного ОНЧ-радишума в Центральном Черноземье [Текст] / А.Н. Шпиганович, И.В. Осинин // Вести высших учебных заведений Черноземья. – Липецк. ЛГТУ. №2. 2006. – С. 45–49.
2. Hall, H.N. A new model for «impulsive» phenomena: Application to atmospheric noise communication channels [Text] / H.N. Hall. – Tech. Rep. №3412-8 and 7050. – Stanford (Cal). 1966. – 164 p.
3. Осинин И.В. О возможности описания статистических свойств естественных ОНЧ-радишумов моделью Холла [Текст]: Тезисы трудов IX Всесоюзной конференции по ОНЧ-излучениям. – Москва: ИЗМИРАН, 1991. – С. 38.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПЕРЕМЕННОЙ БАЗЫ НА КОЭФФИЦИЕНТ ПОДАВЛЕНИЯ АКТИВНОЙ ПОМЕХИ ПРИ ВРЕМЯ-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОБРАБОТКЕ СИГНАЛОВ В РЛС

При защите РЛС от активной помехи (АП), действующей по боковым лепесткам диаграммы направленности антенны (ДНА), использование пространственных отличий между полезным сигналом и помехой реализуется путем разнесенного приема. При этом расстояние между фазовыми центрами основной и компенсационной антенн называют базой.

На рис. 1 приведена схема приема на антенную систему, состоящую из двух антенн: основной антенны РЛС A_1 и компенсационной антенны A_2 , фазовые центры которых разнесены на величину d . Расстояния от источника АП до фазовых центров антенны обозначены как R_1 и R_2 .

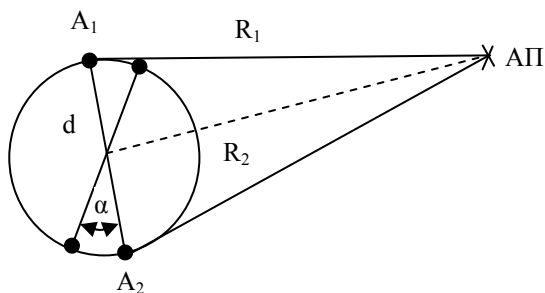


Рисунок 1. Схема приема АП на разнесенную антенную систему

Из рис. 1 непосредственно следует, что при изменении угла поворота антенной системы α от нуля до 90 градусов, проекция базы на направление источника изменяется от нуля до величины, равной d .

В случае время-пространственной фильтрации сигналов формирование весовых коэффициентов автокомпенсатора производится

¹ Д.т.н., профессор, директор института Информатики и радиоэлектроники Запорожского национального технического университета

² Директор КП «НПК «Искра»

³ Аспирант кафедры Радиотехника и телекоммуникации Запорожского национального технического университета

после преобразования Фурье

$$\dot{X}(k) = \sum_{n=0}^{N-1} a_n X_i(n) \exp\left\{j \frac{2\pi nk}{N}\right\}. \quad (1)$$

Здесь $\dot{X}(k)$ – значение сигналов на выходе k -того фазового фильтра, N – количество точек преобразования Фурье; $X_i(n)$ – значение сигнала в i -тый момент времени в n -ном периоде повторения; a_n – коэффициент весового окна; $k \in [0, N-1]$. В соответствии с (1) обработка сигналов в устройстве фильтрации является пачечной, а адаптация весовых коэффициентов автокомпенсатора производится дискретно, один раз за частотную пачку по информации 180-градусных фазовых фильтров основного и компенсационного каналов приема.

Оценка потерь в компенсации может быть произведена путем вычисления межканальных фазовых сдвигов между интервалами адаптации весовых коэффициентов пространственного фильтра при сканировании антенной системы (АС). В дальнейшем вычисленные значения фазовых сдвигов дают возможность определить потенциальные значения коэффициентов подавления в соответствии с номограммами, приведенными в [1, 2].

По предложенной методике выполнены расчеты углового смещения АС Δ_{Γ} , изменения проекции базы на направление на источник АП Δd_{Γ} , а также межканального фазового сдвига $\Phi_{МП}$ на временном интервале, равном длительности частотной пачки при различных частотах повторения (ЧПИ), темпах обзора, количествах точек преобразования Фурье N и размере базы $d=2\text{м}$. Результаты расчетов приведены в табл. 1.

Таблица 1. Изменение положения АС, проекции базы на источник АП и межканального фазового сдвига на временном интервале, равном длительности частотной пачки

Частота повторения импульсов, Гц	1500		750		375	
	1	2	3	4	5	6
Темп обзора, с	5	10	5	10	5	10
Δ_{Γ} , мин	45,6	22,7	68,4	34,4	90,4	45,8
Δd_{Γ} , м	0,027	0,013	0,039	0,017	0,055	0,026
$\Phi_{МП}$, град	97,2	46,8	140,4	61,2	198	94
N	16	16	12	12	8	8

В [1, с. 55] приведена зависимость качества подавления АП от межканального фазового рассогласования, согласно которой для реализации коэффициента подавления порядка 20 дБ межканальный фазовый сдвиг $\varphi_{МП}$ не должен превышать 5 градусов. Поэтому из табл.1 непосредственно следует, что при сканировании АС во всех заданных режимах работы РЛС невозможно реализовать приемлемое качество подавления АП при ее воздействии по боковым лепесткам ДНА. Поэтому при возможной модернизации РЛС 36Д6 предпочтительным вариантом построения системы помехозащиты является пространственно-временная обработка сигналов.

При этом, за счет меньших пауз между интервалами адаптации весовых коэффициентов автокомпенсатора (в пределах одного периода повторения импульсов) могут быть получены меньшие уровни межканального фазового рассогласования. Это позволит реализовать приемлемое качество подавления активных помех в условиях переменной базы при сканировании антенной системы.

Работа выполнена по заказу КП «НПК «Искра» в соответствии с договором №4413/13/86/1.

Список литературы

1. Монзинго Р.А. Адаптивные антенные решетки: Введение в теорию [Текст]/ Р.А. Монзинго., Т.Ц. Миллер:Пер. с англ.. – М.: Радио и связь, 1986. – 448с.
2. Пиза Д.М. Техническая реализация поляриметра на базе адаптивного фильтра [Текст]/ Д.М. Пиза // Радиотехника. – 1977.- Вып.102.- с.15–17.

СПОСІБ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ВИЯВЛЕННЯ КОРОТКОГО НЕМОДУЛЬОВАНОГО РАДІОСИГНАЛУ І ПОСЛІДОВНОГО ОЦІНЮВАННЯ ЙОГО ПОЧАТКОВОЇ ФАЗИ І ДОПЛЕРІВСЬКОЇ ЧАСТОТИ ІЗ ЗАДАНОЮ МОЖЛИВОЮ ТОЧНІСТЮ

Поставлена задача розв'язується за рахунок того, що після виявлення інтервалу часу, де енергетичне відношення правдоподібності перевищує поріг виявлення з заданою ймовірністю хибних тривог, виявлена вибірка затримується на тривалість радіосигналу декілька разів для формування більш тривалого радіосигналу, який не перевищує максимально можливої тривалості для однозначного оцінювання доплерівської частоти і складається з сукупністю вибірок із заданим кроком дискретизації початкової фази і доплерівської частоти еталонних радіосигналів такої ж тривалості за енергетикою співвимірною із енергетикою внутрішнього шуму і послідовному пошуку максимального значення енергетичного відношення правдоподібності в діапазоні зміни еталонних радіосигналів, обмеженому квазіоптимальною оцінкою параметрів за тривалістю вхідного радіосигналу, що відповідає квазіоптимальній оцінці параметрів радіосигналу, з подальшою перевіркою оптимальності оцінки параметрів псевдосигналу в діапазоні можливих значень еталонних радіосигналів з меншим кроком дискретизації початкової фази і доплерівської частоти навколо квазіоптимальної оцінки і за максимумом енергетичного відношення правдоподібності приймається рішення про оптимальне оцінювання початкової фази та доплерівської частоти радіосигналів з заданою можливою точністю.

На фіг. 1 наведено однозначну залежність енергетичного відношення правдоподібності в діапазоні доплерівських частот для різних тривалостей радіосигналів на несній частоті. На фіг. 2а наведено залежність енергії сумарного короткого немодульованого радіосигналу від цілі і еталонного радіосигналу за послідовного оцінювання доплерівської частоти для тривалості радіосигналу $\tau = 4,85 \cdot 10^{-4}$ с на

¹ докт. техн. наук, проф., заст. нач. ХУПС ім. І.Кожедуба з наукової роботи

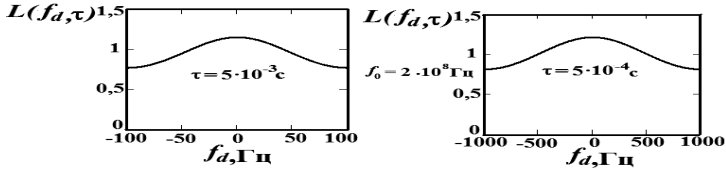
² канд. техн. наук, ст. наук. співр. НЦПС ХУПС

³ канд. техн. наук, ст. наук. співр., нач. науково-дослідного відділу НЦПС ХУПС

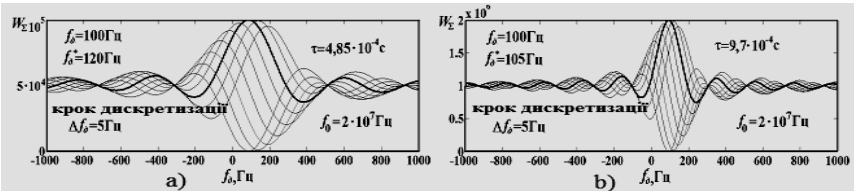
⁴ к канд. військ. наук, проф., пров. наук. співр. наук.-досл. відділу НЦПС ХУПС

⁵ науковий співробітник наукового центру Повітряних Сил ХУПС

несній частоті $2 \cdot 10^7$ Гц в діапазоні зміни доплерівської частоти $\mp 10^3$ Гц з кроком дискретизації 5 Гц. Доплерівська частота вхідного радіосигналу становить 100 Гц. Квазіоптимальна оцінка доплерівської частоти – 120 Гц. На фіг. 2b наведено залежність енергії сумарного короткого немодульованого радіосигналу від цілі і еталонного радіосигналу за послідовного оцінювання доплерівської частоти для тривалості радіосигналу у два рази більшої $\tau = 9,7 \cdot 10^{-4}$ с. Доплерівська частота вхідного радіосигналу становить 100 Гц. Квазіоптимальна оцінка доплерівської частоти – 105 Гц.



Фіг.1 Залежність енергетичного відношення правдоподібності в діапазоні доплерівських частот для різних тривалостей радіосигналів



Фіг.2 Залежність енергії сумарного короткого немодульованого радіосигналу від цілі і еталонного радіосигналу за послідовного оцінювання доплерівської частоти для різних тривалостей радіосигналів

Використання наведеного альтернативного варіанту енергетичного оцінювання параметрів радіосигналу від цілі відкриває перспективу побудови нових автоматичних низькопотенційних радіолокаторів з підвищенням їх бойових можливостей. Даний метод оцінювання можливо узагальнити на всі радіотехнічні системи, де є оцінювання радіосигналів.

Список літератури

1. Патент на корисну модель 86648. Україна, МПК G01S 7/34 (2006.01). /Спосіб енергетичного виявлення короткого немодульованого радіосигналу і послідовного оцінювання його початкової фази і доплерівської частоти із заданою можливою точністю /Г.В.Певцов, А.Я.Яцуценко, та ін.; – №u201307338; заявл. 10.06.2013; опубл. 10.01.2014, Бюл. №1.

СПОСІБ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ВИЯВЛЕННЯ ТРИВАЛОГО НЕМОДУЛЬОВАНОГО РАДІОСИГНАЛУ І ПОСЛІДОВНОГО ОЦІНЮВАННЯ ЙОГО ПОЧАТКОВОЇ ФАЗИ І ДОПЛЕРІВСЬКОЇ ЧАСТОТИ ІЗ ЗАДАНОЮ МОЖЛИВОЮ ТОЧНІСТЮ

Сутність запропонованого способу полягає у тому, що після енергетичного виявлення інтервалу часу, де енергетичне відношення правдоподібності перевищує поріг виявлення з заданою ймовірністю хибних тривог, суміш амплітуд тривалого немодульованого радіосигналу і шуму розподіляється між основним каналом оцінювання доплерівської частоти і додатковим каналом формування псевдосигналу. У кожному з каналів сигнал і псевдосигнал в діапазоні однозначних фазових зсувів вхідної реалізації $[0 \dots 2\pi]$ поділяється на інтервали різної тривалості і до них додається сукупність квадратурно зрушених еталонних очікуваних радіосигналів таких же тривалостей на несній частоті.

Квазіоптимальне оцінювання частоти радіосигналу здійснюється за фазовими затримками максимуму енергетичного відношення правдоподібності у кожному частотному радіоканалі з парним розподілом в діапазоні фазових зрушень та подальшим оптимальним оцінюванням за рахунок зменшення кроку фазових затримок навколо квазіоптимальної оцінки.

Розподіл максимумів енергетичних відношень правдоподібності в діапазоні фазових затримок вхідної суміші радіосигналу і шуму $[-\pi \dots \pi]$ при складанні з еталонними радіосигналами кожного частотного радіоканалу однозначно відповідає доплерівській частоті виявленого радіосигналу з заданою можливою точністю.

На фіг. 1 приведені залежності енергетичного відношення правдоподібності у парному квадратурному каналі в діапазоні $[-\pi \dots \pi]$ фазових зрушень еталонного радіосигналу і різних початкових фазах вхідної реалізації у каналі оцінювання початкової фази вхідного радіосигналу за рівних амплітуд (фіг. 1а) і за амплітуди вхідного радіосигналу $a_s = 5$ (фіг. 1б).

На фіг. 2 наведені залежності енергетичного відношення

¹ докт. техн. наук, проф., заст. нач. ХУПС ім. І.Кожедуба з наукової роботи

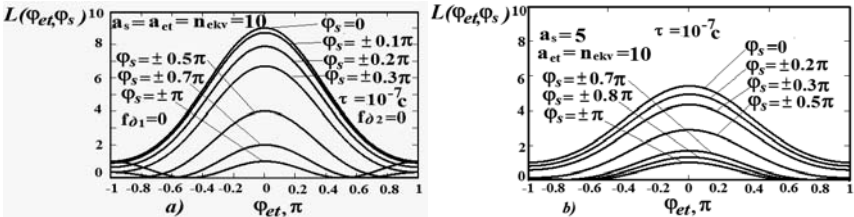
² канд. техн. наук, ст. наук. співр. НЦПС ХУПС

³ канд. техн. наук, ст. наук. співр., нач. науково-дослідного відділу НЦПС ХУПС

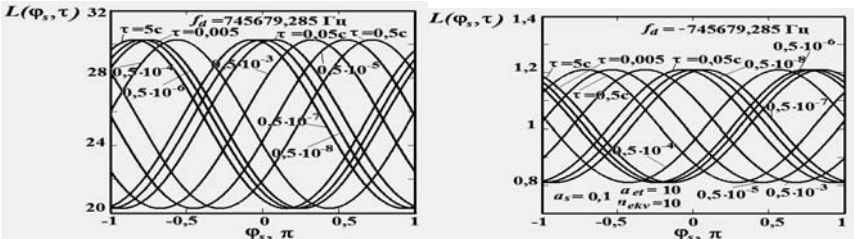
⁴ к. канд. військ. наук, проф., пров. наук. співр. наук.-досл. відділу НЦПС ХУПС

⁵ науковий співробітник наукового центру Повітряних Сил ХУПС

правдоподібності від набігу фази за різні тривалості радіосигналів τ в діапазоні фазових зрушень вхідної реалізації $[-\pi \dots \pi]$ для радіосигналів з доплерівською частотою $f_d = \pm 745679,285 \text{ Гц}$ за рівних початкових фаз еталонного і вхідного радіосигналу та рівних амплітуд еталонного радіосигналу, еквівалентної амплітуди шуму (фіг. 2a) і за амплітуди вхідного радіосигналу на два порядки меншій за них $a_s = 0,1$ (фіг. 2b).



Фиг.1 Залежності енергетичного відношення правдоподібності у парному квадратурному каналі в діапазоні фазових зрушень еталонного радіосигналу і різних початкових фазах вхідної реалізації у вузькосмуговому каналі оцінювання початкової фази



Фиг.2 Залежності енергетичного відношення правдоподібності від набігу фази за різні тривалості радіосигналів τ в діапазоні фазових зрушень вхідної реалізації

Використання наведеного альтернативного варіанту енергетичного оцінювання параметрів радіосигналу відкриває перспективу високоточного оцінювання доплерівської частоти слабких радіосигналів. Даний метод оцінювання можливо узагальнити на всі радіотехнічні системи, де є оцінювання радіосигналів.

Список літератури

1. Патент на корисну модель 86646. Україна, МПК G01S 7/34 (2006.01). /Спосіб енергетичного виявлення тривалого немодульованого радіосигналу і послідовного оцінювання його початкової фази і доплерівської частоти із заданою можливою точністю /Г.В.Певцов, А.Я.Яцуценко, та ін.; – №u201307336; заявл. 10.06.2013; опубл. 10.01.2014, Бюл. №1.

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДІВ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ НЕСТАЦІОНАРНИХ СИГНАЛІВ

Нестаціонарні сигнали характеризуються великим числом параметрів. Одними з найважливіших параметрів оцінки сигналів є енергія та ентропія.

Для спрощення аналізу та очищення сигналів часто використовується апроксимація за допомогою вейвлетів [1–4].

Вейвлети – це узагальнена назва сімейств математичних функцій певної форми, які локальні за часом і частотою, і в яких всі функції виходять з однієї базової функції за допомогою її зміщення і розтягувань впродовж віссі часу.

Вейвлет-функція повинна задовольняти двом умовам:

1. Середнє значення (інтеграл усією прямою) дорівнює нулю.
2. Функція швидко спадає при $t \rightarrow \infty$, де t – вісь часу.

Для точного вейвлет-аналізу застосовуються функції, що володіють достатньою гладкістю.

Безперервний сигнал з одним ступенем свободи має вигляд безперервної випадкової величини X , щільність розподілу якої дорівнює $f(x)$. Область значення випадкової величини X розбивається на малі інтервали Δx , що примикають один до одного. Вигляд оцінки випадкової величини X після такої дискретизації цієї неперервної випадкової величини має наступний вид:

$$H(X) \approx -\sum_i f(x_i) \Delta x \log f(x_i) \Delta x - \sum_i f(x_i) \Delta x \log f(x_i) \Delta x - \log \Delta x \sum_i f(x_i) \Delta x \quad (1)$$

Значення ентропії, обчислене за формулою (1), тим точніше, чим меншими є обрані інтервали дискретизації Δx . У межі за $\Delta x \rightarrow 0$ маємо:

$$H(X) = -\int_{-\infty}^{\infty} f(x) \log f(x) dx - \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \log \Delta x \quad (2)$$

Миттєва потужність $p(t)$ для сигналу визначається як:

$$p(t) = s^2(t) \quad (3)$$

Енергія сигналу на інтервалі (t_2, t_1) визначається як інтеграл від миттєвої потужності

¹ студент каф. Програмних засобів ЗНТУ

² аспірант каф. Програмних засобів ЗНТУ

³ к.т.н., проф., зав.каф. Програмних засобів ЗНТУ

$$E = \int_{-T}^T p(t) dt \quad (4)$$

Для отримання характеристик енергетичної та інформаційної складових сигналу, необхідно зробити наступне:

1. Згенерувати або завантажити сигнал.
2. Провести вейвлет-розкладання сигналу до потрібного рівня з використанням базису, що обрано раніше.
3. На кожному рівні розкладання отримати відновлений сигнал.
4. За формулами (3) і (4) визначити потужність відновленого сигналу.
5. Графічно відобразити отриманий результат.

Отримані таким чином графіки характеризують енергетичну та інформаційну складову сигналу, а вейвлет-апроксимація дозволяє усунути неминучі завади. Результат обробки сигналу за допомогою розробленого програмного забезпечення, що працює за наведеним вище алгоритмом, наведено на рис.

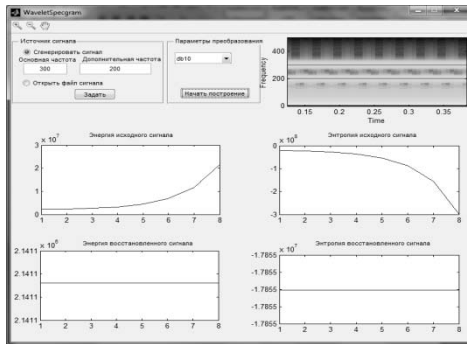


Рисунок. Обробка сигналу

Список литературы

1. Mallat S. A Wavelet Tour of Signal Processing / S. Mallat. – Elsevier: Academic Press. – 2008. – 638 pp.
2. Misiti M. Wavelets and their applications / M. Misiti, Y. Misiti, G. Oppenheim. – USA: ISTE LTD. – 2007. – 342 pp.
3. Алексеев К.А. Вейвлеты, аппроксимация и статистические приложения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/wavelet/book6/11.php>.
4. Рябиченко А.В. Энергетические характеристики сигнала // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://masters.donntu.edu.ua/2007/kita/ryabichenko/library/text8.htm>

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРАВЛЕННЫХ ОТВЕТВИТЕЛЕЙ НА КОМБИНАЦИЯХ МПЛ И ЩЛ

В современной электронике широко используются гибридные интегральные схемы СВЧ, в которых шлейфные направленные ответвители (НО) находят многочисленное применение.

Известно, что при увеличении количества шлейфов рабочая полоса частот НО расширяется [1], однако при этом значительно увеличиваются продольные габариты устройства, поэтому актуальной является задача разработки новых типов компактных НО.

В настоящей работе представлены результаты моделирования компактных НО на комбинациях МПЛ и ЩЛ. Эскизы топологий таких НО представлены на рис. 1, где в верхней плоскости показана геометрия полосковой структуры, а в нижней плоскости – геометрия щелевой структуры. Цифры 1, 2, 3, 4 соответствуют номерам плеч устройства, а Z_1 , Z_2 , Z_3 – волновые сопротивления соответствующих линий.

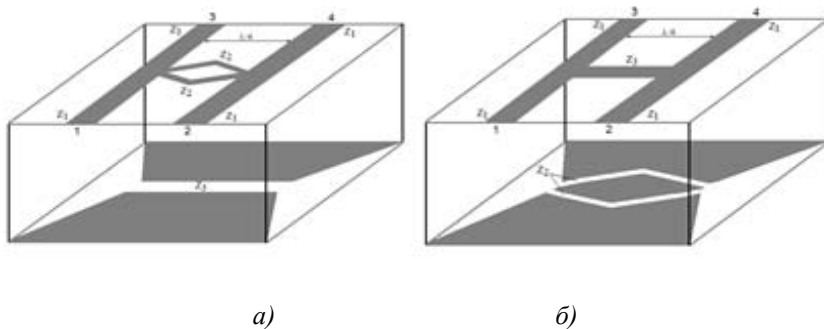


Рисунок 1.

Матрицы рассеяния таких ответвителей могут быть получены с использованием метода синфазного и противофазного возбуждения. При выполнении условий согласования и развязки ($S_{ii} = S_{41} = 0$) выражения для элементов матрицы рассеяния упрощаются, что позволяет получить простые соотношения для расчета волновых сопротивлений

¹ Романенко С.Н. – к.ф.-м.н., доц. каф. ЗИ, ЗНТУ

² Дмитренко В.П. – к.т.н., доц. каф. РТ, ЗНТУ

³ Воскобойник В.А. – к.т.н., доц. каф. ЗИ, ЗНТУ

соответствующих линий.

Для схемы на рис. 1,а):

при неравном делении мощности в выходных плечах

$$Z_2 = Z_1 \cdot \sqrt{\frac{1+k}{1-k}}, \quad Z_3 = Z_1 \cdot \frac{\sqrt{1-k^2}}{k}, \quad (1)$$

при равном делении мощности

$$Z_2 = (\sqrt{2} + 1) \cdot Z_1, \quad Z_3 = Z_1. \quad (2)$$

Для схемы на рис. 1,б):

при неравном делении мощности в выходных плечах

$$Z_2 = Z_1 \cdot \sqrt{\frac{1-k}{1+k}}, \quad Z_3 = Z_1 \cdot \frac{k}{\sqrt{1-k^2}}, \quad (3)$$

при равном делении мощности

$$Z_2 = (\sqrt{2} - 1) \cdot Z_1, \quad Z_3 = Z_1. \quad (4)$$

Здесь k – коэффициент деления мощности.

Результаты расчета частотной зависимости параметров рассеяния предлагаемых НО без учета дисперсии и потерь в линиях при равном делении мощности в выходных плечах показаны на рис. 2. Сплошная кривая соответствует НО на рис. 1, а), пунктирная кривая соответствует НО на рис. 1, б). Там же, для сравнения, представлена штрихпунктирная кривая, характеризующая развязку в классическом варианте трехшлейфного гибридного моста на МПЛ.

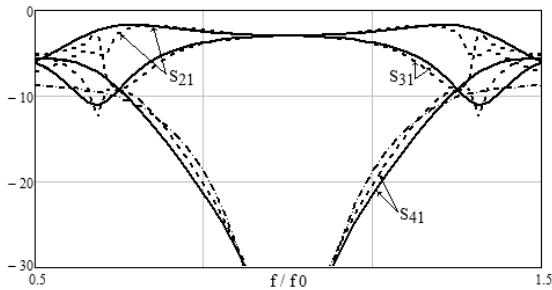


Рисунок 2.

Из рис. 2 видно, что в рабочей полосе частот обе схемы НО имеют почти идентичные характеристики и в то же время обладают лучшей развязкой по сравнению с трехшлейфным гибридным мостом на МПЛ.

Список литературы

1. Романенко С.Н., Дмитренко В.П., Воскобойник В.А. Расчет шлейфных направленных ответвителей на МПЛ с учетом дисперсии и потерь в линиях. // РИУ, 2013, №2. С. 32–36.

МОДЕЛЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОРЕЛЯЦІЙНО-ЕКСТРЕМАЛЬНОЇ СИСТЕМИ НАВІГАЦІЇ В УМОВАХ СЛАБКОЇ КОНТРАСТНОСТІ ПОВЕРХНІ ВІЗУВАННЯ ТА ВПЛИВУ ЗАВАД

Використання кореляційно-екстремальних систем навігації (КЕСН) дозволяє забезпечити можливість автономного визначення просторового положення літальних апаратів (ЛА) та, на відміну від супутникових систем навігації, відповідне реагування на зміну навколишньої обстановки. Аналіз відкритих джерел інформації стосовно КЕСН, зокрема [1–4], показав, що на даний час не реалізовано потенційні можливості КЕСН щодо точного визначення просторового положення керованих ЛА. Розвиток КЕСН передбачає розв'язання протиріччя між можливостями підвищення вимог до точності та імовірності місцевизначення керованих ЛА, що оснащені КЕСН, в умовах складної фоново-цільової і оперативно-тактичної обстановки та недостатньою ефективністю наявних методів місцевизначення ЛА, а також відсутністю методологічних основ синтезу комбінованих КЕСН і систем вторинної обробки.

Для підвищення точності та імовірності місцевизначення керованих ЛА в складних умовах навколишньої обстановки пропонується зосередити увагу на розробці та застосуванні комбінованих (КЕСН), сутність яких полягає у повному та спільному використанні інформації, отриманої від датчиків різної фізичної природи (ДРФП).

Особливістю моделі, що визначає її новизну є те, що вона дозволяє враховувати та досліджувати різні варіанти впливу зовнішніх завадових факторів на складові КЕСН, поверхню візування (ПВ) та середовище розповсюдження (СР) електромагнітних хвиль, а також передбачає перемінну структуру системи вторинної обробки. На рис.1 для прикладу наведена узагальнена модель процесу функціонування комбінованої КЕСН для випадку отримання та обробки інформації від інфрачервоного (ІЧД) та радіолокаційного (РЛД) датчиків інформації, передбачає застосування цифрових карт місцевості (ЦКМ), формування універсальних еталонних зображень (УЕЗ). Результатом роботи запропонованої моделі є формування функції корекції інерційної системи

¹ Сотніков О.М. – д.т.н, професор, провідний науковий співробітник наукового центру Харківського університету Повітряних Сил.

² Таршин В.А. – к.т.н., доцент, докторант науково-організаційного відділу Харківського університету Повітряних Сил.

навігації (ІСН) відповідно до обраних моделі руху ЛА системи вхідних впливів на ПВ, СР та КЕСН ЛА.

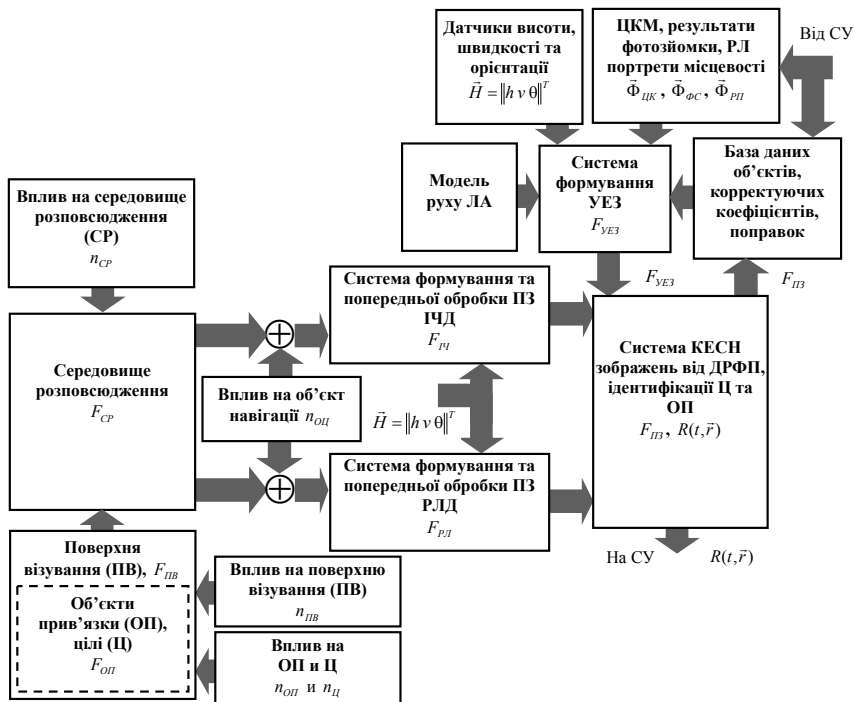


Рисунок 1. Узагальнена модель процесу функціонування комбінованої
Запропонована модель передбачає застосування розроблених авторами
нових методів синтезу та обробки еталонних зображень.

Список літератури

1. Баклицкий В. К. Корреляционно-экстремальные методы навигации и наведения / В.К. Баклицкий – Тверь: ТО «Книжный клуб», 2009. – 360 с.
2. Современные информационные технологии в задачах навигации и наведения беспилотных летательных аппаратов // Под. ред. М.Н. Красильщикова, Г.Г. Серебрякова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 556 с.

БАЗОВАЯ МОДЕЛЬ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ИМПЕДАНСА

Необходимость систематизации синтеза преобразователей импеданса на основе операционных усилителей постоянного тока требует разработки их базовой модели. В качестве такой модели рассматривается операционный усилитель с комбинированной обратной связью (рис.1), для которого найдено функционально полный набор входных импедансов

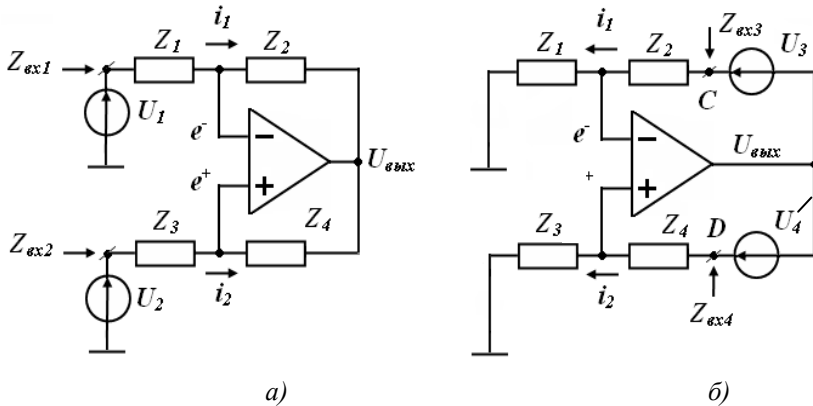


Рисунок 1. Комбинированная операционная схема с заземленными (а) и взвешенными (б) источниками напряжения возбуждения

в виде

$$Z_{вх1} = \frac{Z_1}{1-n} - \frac{Z_3 Z_2}{Z_4} \cdot \frac{1}{1-n}, \quad Z_{вх2} = \frac{Z_3}{1-m} - \frac{Z_1 Z_4}{Z_2} \cdot \frac{1}{1-m},$$

$$Z_{вх3} = \frac{Z_2}{1-k} - \frac{Z_1 Z_4}{Z_3} \cdot \frac{1}{1-k}, \quad Z_{вх4} = \frac{Z_4}{1-p} - \frac{Z_2 Z_3}{Z_1} \cdot \frac{1}{1-p},$$

где Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 – линейные импедансы произвольного характера, U_1, U_2, U_3, U_4 – источники напряжения возбуждения, $n = U_2 / U_1, m = U_1 / U_2, k = U_4 / U_3, p = U_3 / U_4$. Входные импедансы имеют две составляющие, величины и знаки которых определяются амплитудными и фазовыми соотношениями между напряжениями источников возбуждения.

Для импеданса $Z_{вх1}$ при синфазных напряжениях U_1 и U_2 $n \square 0$.

¹ к.т.н., доцент кафедры ЭВМ, Днепропетровский национальный университет

Выбрав $Z_1 = 0$ и $0 < n < 1$ получим значение входного импеданса

$$Z_{\text{вх}1} = -\frac{Z_3 Z_2}{Z_4 (1 - n)} < 0.$$

Из этого следует, что комбинированная операционная схема преобразует импедансы Z_2, Z_3 изменяя их величину и знак, т.е. выполняет функцию конвертора отрицательного импеданса (КОИ). Импеданс Z_4 схема преобразует, изменяя не только его величину и знак, но и характер, следовательно, относительно Z_4 операционная схема является инвертором отрицательных импедансов (ИОИ). При $Z_1 = 0$ и $n > 1$ входной импеданс схемы становится положительным $Z_{\text{вх}1} > 0$, в этом случае схема преобразует импедансы Z_2, Z_3 с изменением их величин и сохранением знака, т.е. выполняет функцию конвертора положительного импеданса (КПИ). Импеданс Z_4 преобразуется с изменением характера величины и сохранением знака; по отношению к Z_4 комбинированная операционная схема является инвертором положительного импеданса (ИПИ).

Если выбрать $Z_1 \neq 0, Z_4 = \infty$ (или $Z_2 = Z_3 = 0$), а $0 < n < 1$, то входной импеданс будет

$$Z_{\text{вх}1} = \frac{Z_1}{1 - n},$$

следовательно, схема относительно Z_1 представляет собой КПИ с коэффициентом передачи, зависящим от значений n . При $n > 1$ входной импеданс становится отрицательным $Z_{\text{вх}1} < 0$ и схема преобразуется в КОИ.

В случаях, когда U_1 и U_2 противофазны, их отношение всегда отрицательное, $n < 0$. Для любых значений n схема выполняет такие функции: а) при $Z_1 = 0$ КОИ для Z_2 и Z_3 , ИОИ для Z_4 ; б) при $Z_1 \neq 0, Z_4 = \infty$ (или $Z_2 = Z_3 = 0$) КПИ для Z_1 .

Анализ характера $Z_{\text{вх}2}, Z_{\text{вх}3}, Z_{\text{вх}4}$ дает результаты аналогичные предыдущим. Это указывает на возможность реализации инверторов и конверторов положительного и отрицательного импедансов с множеством различных схемотехнических решений.

Полученные результаты позволяют сделать вывод – комбинированная операционная схема может быть базовой моделью преобразователей импеданса, позволяющей синтезировать различные линейные импедансы с заданными характеристиками.

2 СЕКЦІЯ «ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ»

УДК 624.396.2

Безрук В.М.¹, Чеботарёва Д.В.², Иваненко С.А.³

МЕТОДЫ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ В ПЛАНИРОВАНИИ СЕТЕЙ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Требования строгого учета совокупности показателей качества при планировании СМС определяет актуальность многокритериального подхода при выборе оптимальных проектных решений [1–3]. В докладе рассмотрены теоретические и практические аспекты выбора оптимальных проектных решений при планировании СМС с учётом совокупности показателей качества. Даны примеры решения разных типов задач многокритериального выбора оптимальных проектных решений при планировании радиосетей СМС 2G, 3G и 4G, а также транспортной сети.

Методология выбора оптимальных проектных вариантов СМС с учетом совокупности показателей качества включает в себя следующее:

- задание исходных данных: занимаемая полоса частот, число активных абонентов, площадь покрытия, установка антенн, количество и мощность базовых станций, вероятность блокировки вызовов, процент времени ухудшения качества связи, вероятность ошибок передачи и др;
- определение совокупности показателей качества и представление допустимых вариантов построения СМС в критериальном пространстве;
- нахождение подмножества Парето-оптимальных вариантов построения СМС по безусловному критерию предпочтения;
- формирование условного критерия предпочтения и выбор единственного предпочтительного варианта из подмножества Парето.

Рассмотрен пример номинального планирования радиосети СМС стандарта GSM. На множестве допустимых проектных решений в критериальном пространстве оценок показателей качества выделено подмножество Парето-оптимальных проектных вариантов. С использованием условного критерия предпочтения выбран единственный проектный вариант для последующего этапа детального планирования.

Приведены результаты решения задачи оптимизации радиосети по совокупности показателей качества на номинальном этапе планирования для СМС стандарта UMTS. При этом использованы показатели качества

¹ д.т.н., проф., заведующий кафедрой сетей связи ХНУРЭ

² к.т.н., доцент кафедры сетей связи ХНУРЭ

³ магистр кафедры сетей связи ХНУРЭ

радиосети: вероятность блокирования вызовов, количество абонентов и число базовых станций. Множество допустимых вариантов СМС представлено в критериальном пространстве оценок показателей качества и выделено подмножество Парето, где с использованием лексикографических отношений выбран единственный вариант сети.

Рассмотрены также особенности многокритериального выбора оптимальных проектных решений при планировании СМС на основе технологии LTE. При оптимизации сети выбраны следующие показатели качества: доступность и непрерывность связи, вероятность битовых ошибок, скорость передачи данных, время задержки пакетов, площадь радиопокрытия, эффективность использования радиоспектра.

Решена задача многокритериального выбора оптимальной топологии транспортной сети СМС по показателям готовности и стоимости транспортной сети. Сформировано множество допустимых вариантов топологии транспортной сети, определяемых разными структурами связей между базовыми станциями и базовым контроллером. В критериальном пространстве выделено подмножество Парето-оптимальных вариантов топологий, а среди них выбран единственный предпочтительный вариант топологии транспортной сети.

Предложенные методы многокритериального выбора оптимальных проектных решений дают возможность формализованного учета совокупности противоречивых требований и исключить безусловно худшие варианты при планировании СМС. Это позволяет сократить число возможных перепланирований на этапе ввода в эксплуатацию СМС. Методы могут быть реализованы при создании соответствующих программных комплексов автоматизированного проектирования СМС.

Список литературы

1. Mishra A.R. Advanced Cellular Network Planning and Optimisation. 2G/2.5G/3G Evolution TO 4G. /Edited by Ajay R. Mishra. – UK: John Wiley & Sons Ltd, 2007. – 542 p.
2. Bezruk V.M. Multicriteria optimization in telecommunication networks planning, designing and controlling /V.M. Bezruk, A.N. Bukhanko, D.V. Chebotaryova, V.V. Varich // Open Book «Telecommunications Networks». Chapter 11. – Rijeka: INTECH, 2012. – pp. 251 – 274.
3. Чеботарёва Д.В., Безрук В.М. Многокритериальная оптимизация проектных решений при планировании сотовых сетей мобильной связи. – Харьков: СМИТ, 2013.-148с.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПОБУДОВИ КОНВЕРГЕНТНОЇ МЕРЕЖІ ОПЕРАТОРА МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ НАДАННЯ ПОСЛУГ QUAD PLAY

Вступ. Прогрес у сфері мобільного зв'язку вимагає невинного розширення асортименту, поліпшення якості послуг. Ринок мобільних операторів в Україні подано різними поколіннями технологій – 2G (GSM), 3G (UMTS, CDMA2000), 4G (WiMAX) [1]. Покриття мереж 2G охоплює майже всю територію країни, однак не може забезпечити необхідний рівень якості та спектр послуг, попит на які невинно зростає (VoIP, IPTV, VoD, відеоконференційний зв'язок, тощо) Тому виникає необхідність переходу до технологій нових поколінь, які здатні задовольнити ці вимоги в національних масштабах. Конвергентний шлях розвитку телекомунікаційних мереж вважається єдиним прагматично обгрунтованим напрямом для операторів, які мають сформований ринок користувачів. Проте він вимагає зважених рішень, з тим, щоб набуваючи нових можливостей за рахунок перетворень, не нашкодити наявному ринку. Тому актуальним постає завдання оптимізації мережевої інфраструктури оператора мобільного зв'язку, шляхом перерозподілу мережевих ресурсів при впровадженні і розвитку в ній елементів NGN-технологій для спільного розгортання інфокомунікаційної мережі, а також підвищення якості обслуговування абонентів в системах мобільного зв'язку другого, третього та четвертого поколінь, які перебувають у процесі конвергенції на основі платформ IMS-A з наданням послуг Quad Play.

Конвергенція систем мобільного зв'язку на основі платформи IMS та cloud-технології. Все більше і більше постачальників телекомунікаційних послуг розглядають (IP Multimedia Subsystems) IMS платформу для розгортання та побудови мереж наступного покоління NGN.

В роботі запропоновано конвергентну архітектуру IMS-A мережі для мобільних хмарних обчислень (рис4). Структура мережі IMS логічно розділена на 5 шарів: доступ, транспорт, рівень управління, сервіс (додаток) і хмарних обчислень.

Основним приладом, що повинен об'єднувати покоління 2-4,5G

¹ аспірант кафедри «Телекомунікації» вул. Професорська 2, м.Львів

² к.т.н., асистент кафедри «Телекомунікації» вул. Професорська 2, м.Львів

³ студент кафедри «Телекомунікації» вул. Професорська 2, м.Львів

вибрано фемтосоту. Покриття різних поколінь мереж мобільного зв'язку здійснюється при наявності доступу до інтернету.

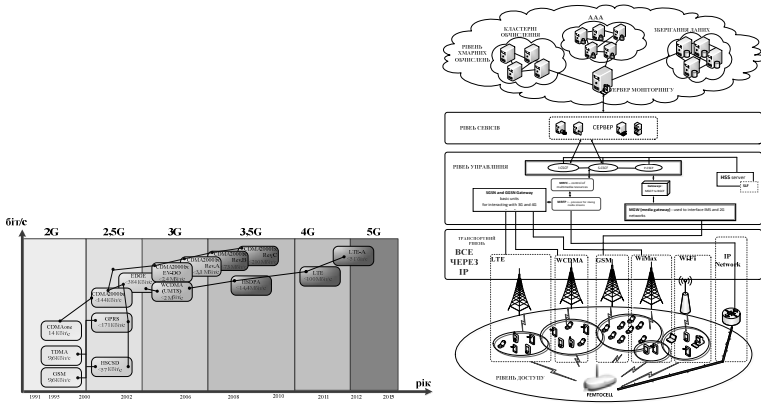


Рисунок 1. Еволюція технологій мобільного зв'язку та їх конференція на основі IMS-A платформи

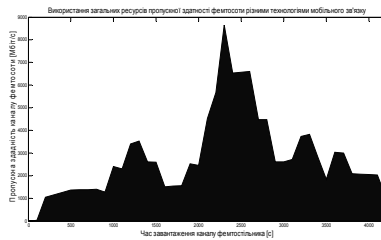


Рис.2. Величина пропускної здатності, яку використовують абоненти за спільного використання пристрою (N=250– користувачів)

Висновки. Проведено аналіз наявних проблем у мобільних мережах при наданні мультисервісних послуг для технологій: GPRS, EDGE, WCDMA, CDMA20001RevA, HSPA, LTE, LTE-A. Досліджено та вдосконалено побудову конвергентної мобільної мережі на основі платформи IMS-A

Список літератури

1.Климаш М.М. Підвищення якості обслуговування в конвергентних мобільних системах на основі платформи UMA-A [Електронний ресурс] / М.М. Климаш, М.І. Бешлей, Б.М. Стрихалюк, Г.В. Холявка // Проблеми телекомунікацій. – 2014. – № 1 (13). – С. 3 – 19. – Режим доступу до журн.: http://pt.journal.kh.ua/2014/1/141_klymash_uma.pdf

ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК FSK СИГНАЛІВ ПРИ НЕКОГЕРЕНТНОМУ ПРИЙОМІ

Оцінка ймовірності появи помилкового біта при некогерентному детектуванні сигналів в бінарній ортогональній модуляції FSK важливий фактор при побудові цифрових систем безпроводового зв'язку.

Математично сигнал з FSK описується наступним виразом:

$$S_i(t) = \sqrt{\frac{2E}{T}} \cos(\omega_i t + \phi) \quad 0 \leq t \leq T, \quad i = 1, 2.$$

Аналітичний вираз для визначення помилкового прийняття біта:

$$P_B = \frac{1}{2} \exp\left(-\frac{A^2}{4\sigma_0^2}\right),$$

де $A = \sqrt{2E/T}$; σ_0^2 – шум на виході фільтра.

Шум на виході фільтра можна виразити наступним чином:

$$\sigma_0^2 = 2 \left(\frac{N_0}{2}\right) W_f,$$

де $G_n(f) = N_0/2$ – спектральна густина потужності АБГШ; W_f – ширина смуги фільтра.

Якщо прийняти $W_f = R = 1/T$, тоді формула для визначення бітової помилки матиме наступний вигляд:

$$P_B = \frac{1}{2} \exp\left(-\frac{A^2 T}{4N_0}\right) = \frac{1}{2} \exp\left(-\frac{E_b}{2N_0}\right).$$

¹ Аспірант кафедри ТКСТБ, Вінницький національний технічний університет

² Студентка ІнРТЗП, Вінницький національний технічний університет

В даному випадку $E_b = (1/2)A^2T$ є енергією одного біта.

На рис.1 зображено отриману залежність бітової помилки для FSK сигналів при некогерентному детектуванні.

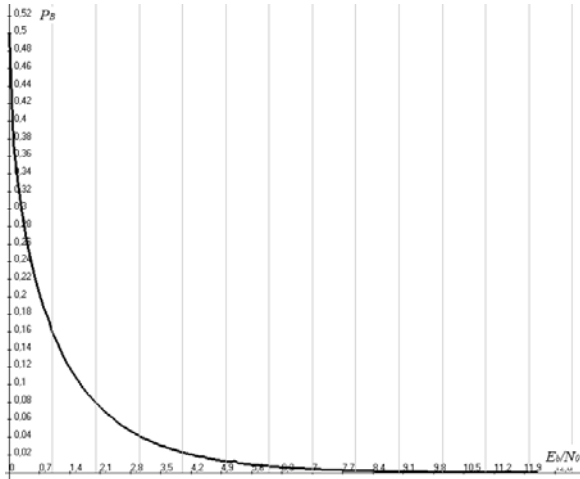


Рисунок 1. Залежність бітової помилки для FSK сигналів при некогерентному детектуванні

Якщо порівняти ймовірність помилки схем некогерентної та когерентної FSK можна помітити, що при рівних P_b некогерентна FSK потребує більшого значення E_b/N_0 ніж когерентна FSK. Таким чином, отримана залежність дає можливість оцінки ймовірності появи помилкового біта в бінарній ортогональній модуляції з FSK.

Список літератури

1. Digital communications. Fundamentals and applications. Second edition. Bernard Sklar. Prentice Hall P T R Upper Saddle River, New Jersey 07458
2. Финк Л.М. Сигналы, помехи, ошибки. Заметки о некоторых неожиданностях, парадоксах и заблуждениях в теории связи. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Радио и связь, 1984. – 256 с., ил.

ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ MANET ПРИ РОЗБИТТІ НА КЛАСТЕРИ

Стрімкий розвиток інформаційно-комунікаційних технологій спричинив широке застосування бездротових інформаційно-комунікаційних мереж (ІКМ) з можливістю отримання доступу до глобальної інформаційної мережі. Такі мережі не мають постійної структури, мобільні й мають різний якісний апаратурний склад. Дані мережі відомі за назвою Mobile AD HOC networks (MANET). Відмінною рисою таких мереж є те, що кожний пристрій мережі може вільно пересуватися в будь-яких напрямках і з'єднуватися з кожним вузлом у радіусі своєї зони дії. Кожен вузол мережі намагається переслати дані, призначені іншим вузлам. Тоді визначення того, якому вузлу пересилати дані, проводиться динамічно, на підставі зв'язаності мережі[1].

Обмін даними між вузлами у бездротових мережах залежить від протоколів маршрутизації. Для маршрутизації в мобільних AD-HOC мережах можуть бути використані наступні види протоколів: протоколи з проактивною маршрутизацією, протоколи з реактивною маршрутизацією та гібридні протоколи.

Гібридні протоколи поєднують у собі підходи проактивних і реактивних протоколів на різних рівнях ієрархії, визначаючи, крім методу пошуку маршруту, метод розбиття мережі на ієрархічні структури або кластери.

Тому питання оцінки надійності мобільних AD-HOC мереж має одне з найважливіших місць при прийнятті рішення щодо використання відповідного способу розбиття мережі на кластери.

Під надійністю мобільних AD-HOC мереж слід розуміти ймовірність того, що мережа функціонуватиме за різних ймовірностей працездатності всіх каналів зв'язку. Міри надійності мережі є або ймовірностями певних випадкових подій, або очікуваними значеннями випадкових змінних, які залежать від структури мережі, відстаней між вузлами та пропускну здатності.

При обчисленні надійності доводиться враховувати не тільки топологію мережі, але й потоки даних у ній. Щоб найбільш простим чином звести завдання аналізу надійності до більш знайомих комбінаторних проблем, необхідно розглядати окремий випадок аналізу

¹ Ад'юнкт кафедри АСУ, Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова Державного університету телекомунікацій.

надійності, який виникає, коли всі індивідуальні компоненти надійності рівні, тобто p_i для всіх i . У цьому випадку $\text{Rel}(G)$ можна записати у вигляді полінома за степенями p :

$$\text{Rel}(G) = \sum_{i=0}^m F_i p^{m-1} (1-p)^i,$$

де m – число компонентів у мережі.

Цей поліном є поліномом надійності. Його обчислення прийнято називати задачею аналізу функціональної надійності, де в якості вхідних даних використовується подання структурної інформації, а на виході отримується вектор $\{F_i\}$.

Аналіз результатів свідчить про те, що для підвищення надійності мобільних AD-HOC мереж доцільно використовувати розбиття мережі на максимально можливу кількість кластерів. Так для мережі з 10 однорідних станцій та надійністю типового з'єднання (одного хопу) 0,5, надійність мережі за розбиття на 2 кластери дорівнює 0,68, а за розбиття на 5 кластерів – 0,89. Надійність мережі, розбитої на кластери, може бути використана в якості часткового критерію в задачах оцінки ефективності способу розбиття мережі на кластери.

Список литературы

1. Метелёв А. П. Протоколы маршрутизации в беспроводных самоорганизующихся сетях / А. П. Метелёв, А. В. Чистяков, А. Н. Жолобов // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. – 2013. – № 3(1). – С. 75–78.
2. Анализ совместного использования проактивного и реактивного методов распространения сетевой информации в многошаговых беспроводных сетях / А. И. Ляхов, П. О. Некрасов, Д. М. Островский и др. // Информационные процессы. – Т. 12, № 3. – 2012. – С. 198–212.
3. Kluwer Academic Publishers. WCA: A Weighted Clustering Algorithm for Mobile Ad Hoc Networks // Cluster Computing 5. – 2002. – P. 193–204

АПАРАТНЕ ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ ДЕМОДУЛЯТОРА ФМН СИГНАЛУ

Поява стільникового зв'язку актуалізувала проблеми раціонального використання радіочастотного спектру для забезпечення якісним сервісом великої кількості мобільних абонентів. В останні роки розвиток сфери бездротового зв'язку набув широкого масштабу, що спонукало розробників радіообладнання до знаходження нових шляхів вирішення проблеми раціонального використання виділеного частотного спектру. З'явилися нові спектрально ефективні види модуляції радіосигналів, а також протоколи, які надають можливість ефективно розподіляти трафік у мережі зв'язку [1]. Одним з ключових параметрів, який використовують для оцінки каналу зв'язку є мінімальне необхідне відношення сигнал-шум (SNR), за якого зберігається відповідна якість зв'язку, тобто задана ймовірність прийняття помилкового біту (BER). Чим менше це порогове значення SNR, тим краще. Залежність BER від SNR є ключовою характеристикою каналу зв'язку і оптимізація цієї характеристики є важливим завданням для сучасної науки.

У роботі об'єктом дослідження є процес детектування сигналів у сучасних системах стільникового зв'язку, що використовують сигнали з фазовою маніпуляцією. Зокрема, проведено імітаційне моделювання процесів детектування OQPSK сигналів, які використовуються у таких сучасних системах стільникового зв'язку як cdma-2000.

У роботі показано можливість зниження порогу SNR зі збереженням необхідного BER за допомогою модифікації детектора радіосигналів, а також проведено оптимізацію параметрів фільтрів у цьому детекторі та отримано область рекомендованих параметрів для демодуляції сигналу з OQPSK модуляцією.

Стійкість до шуму та детермінованих завад демодулятора на основі пристрою фазового автопідстроювання частоти (ФАПЧ) можна підвищити без зміни динамічних властивостей за допомогою модифікованого пристрою, описаного у роботах [2, 3]. У цьому пристрої вузькосмуговий фільтр зменшує різницю фаз коливань на входах фазового детектора (ФД), але демпферує динаміку зміни фази. Після проходження сигналу через ФД у межах робочої ділянки його детекторної характеристики,

¹ Д.т.н., професор, НУ «Львівська політехніка»

² К.т.н., асистент, НУ «Львівська політехніка»

динаміка фазового сигналу відновлюється за допомогою активного фільтра верхніх частот. Запропонована схема модифікованого пристрою ФАПЧ відрізняється від класичного аналогу тим, що перед ФД в ньому розташовано вузькосмуговий фільтр, а після ФД – фільтр верхніх частот.

Імітаційне моделювання проведено за допомогою програми Matlab. Для цього побудовано імітаційну модель радіоканалу із завадами, джерела фазо-модульованого сигналу та детектора. Детектор модифіковано за допомогою пропорційно-інтегрувальних фільтрів, що описані у роботі [2]. Дослідження проведено для випадків детектування сигналу класичним та модифікованим детекторами. Метою дослідження було визначення залежності частоти виникнення бітової помилки у прийнятому сигналі (BER) від заданого значення відношення сигнал-шум (SNR).

Залежність ймовірності виникнення бітової помилки (BER) від мінімально необхідного відношення сигнал/шум (SNR) є важливим критерієм, який використовують для оцінки ефективності системи зв'язку. У створеній та дослідженій імітаційній моделі каналу зв'язку відношення BER було визначено шляхом аналізу статистичних даних, отриманих імітацією детектування довгої (десятки тисяч біт) інформаційної послідовності, поданої на вхід моделі, за певного SNR. Кількість помилок, що виникли у ході детектування сигналу, було підраховано вбудованим у модель детектором помилок.

Отримані залежності для класичного детектора були порівняні з аналогічними співвідношеннями, наведеними у відкритій літературі. Це дало змогу підтвердити рівень адекватності створеної імітаційної моделі. Порівняння цих залежностей BER/SNR зі співвідношеннями, отриманими для випадку використання модифікованого фазового детектора дало змогу зробити оцінку його ефективності.

У результаті моделювання контрольні значення BER отримано за значно нижчого допустимого відношення сигнал/шум. Наприклад, для ймовірності бітової помилки 10^{-5} , яка є стандартом для коміркового зв'язку, значення мінімально необхідного SNR на 1,5 дБ нижче ніж у звичайному детекторі. Проведені дослідження підтверджують підвищення завадостійкості досліджуваного модифікованого детектора.

Список літератури

1. Веселовский К. Системы подвижной радиосвязи // Горячая линия Телеком – М. 2006.
2. Бондарев А.П., Максимів І.П. Дослідження впливу пропорційно-інтегруючих фільтрів на якість детектування ФМ сигналів // Вісник «Радіоелектроніка та телекомунікації» – Львів, 2010.
3. Бондарев А.П., Максимів І.П. Шляхи значного підвищення завадостійкості у ситемах коміркового зв'язку // Вісник «Радіоелектроніка та телекомунікації» – Львів, 2012.

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИГНАЛОВ МНОГОКАНАЛЬНЫХ СИСТЕМ С OFDM

В последние годы все большее применение находит частотный метод уплотнения с ортогональными поднесущими (OFDM) (стандарты LTE, DVB, WiMax).

Наиболее полное изложение принципов OFDM, достаточно полный перечень первоисточников и краткие исторические сведения приведены в [1]. Впервые этот метод уплотнения был использован в американской системе коротковолновой радиосвязи «Кинеплекс» (1958г.).

В [2] впервые (но не совсем корректно) определен пик-фактор многоканального OFDM – сигнала. Определение пик-фактора является лишь одной из задач при решении более общей проблемы – определение требований к линейности амплитудных характеристик аппаратуры.

Целью представленной работы являются уточнение и корректировка методики и результатов расчетов пик-фактора сигналов в многоканальных системах с OFDM..

Многоканальный OFDM-сигнал на одном символьном интервале T_s можно записать в виде

$$S_{\Sigma}(t) = \sum_{k=1}^N a_{kl} \cos(k \frac{2\pi}{T_s} t + \varphi_{kl}), \quad \frac{2\pi}{T_s} = F, \quad (1)$$

где N – число каналов, kF – частоты поднесущих в каналах, отличающиеся на величину ортогонального разноса,

a_{kl} и φ_{kl} – амплитуды и фазы канальных сигналов.

Системы с использованием OFDM относятся к системам с параллельным способом передачи и имеют те же недостатки, что и системы с обычным частотным уплотнением.

Отношение максимальной и средней мощностей $P_{\max}/P_{\text{cp}} = \Pi^2$ называют пик-фактором сигнала. В [1,2,3] для пикфактора Π^2 используется обозначение PAP, PAPR (peak-to-average-power ratio). Там же вводится понятие (термин) «крест-фактор» (Crest factor, CF), определяемый как $CF = \sqrt{PAP} = \Pi$.

¹ К.т.н., доцент, профессор кафедры «Радиотехника и телекоммуникации» ЗНТУ

² К.т.н., доцент кафедры «Радиотехника и телекоммуникации» ЗНТУ

Согласно теории вероятностей, сумма большого числа слагаемых имеет закон распределения, приближающийся к нормальному, с дисперсией (средней мощностью), равной сумме дисперсий (средних мощностей) слагаемых.

Отметим тот факт, что для случайных процессов (сигналов) понятие пикфактора имеет вероятностный характер.

Пользуясь соответствующими таблицами для нормального закона распределения, можно определить вероятности нахождения случайной величины за пределами некоторого интервала, равного 2Π . Эту зависимость далее будем считать «эталонной», истинной.

В [1, 2] с использованием релейского закона распределения огибающей нормального случайного процесса рассчитывается вероятностная кривая

$$P(\rho \geq \rho_{\max}) = e^{-\rho_{\max}^2 / 2\sigma^2} = e^{-z^2}, \quad (2)$$

где величина $z^2 = \rho_{\max}^2 / 2\sigma^2 = \Pi^2$ ошибочно полагается равной пикфактору сигнала. Параметр $2\sigma^2 = m_2$ для закона Релея является вторым начальным моментом, т.е. полной мощностью случайного процесса. Для нормального случайного процесса пик-фактор необходимо удвоить.

Зависимость (2) значительно отличается от «эталонной» зависимости (1). Разница в значениях пикфактора составляет около 2-х децибелл.

Далее в [1] получено выражение

$$P_N(\rho \geq \rho_{\max}) = 1 - (1 - e^{-\rho_{\max}^2 / 2\sigma^2})^{\alpha N} \approx 2,8Ne^{-\rho_{\max}^2 / 2\sigma^2} = 2,8Ne^{-z^2}, \quad (3)$$

где $\alpha = 2,8$ -корректирующий коэффициент, а коэффициент N отражает требование, чтобы многоканальный сигнал не превышал значения пикфактора на всех « N » тактовых интервалах.

Заметим, что значения вероятностей в (2) и (3) необходимо удвоить, чтобы учесть огибающие и для отрицательных частей случайного процесса

Отличие эталонной зависимости (1) (нормальный закон распределения) и уточненной зависимости для релейского закона составляет около одного децибелла.

Заметим теперь, что точное и приближенное равенства в (3) имеют разный физический смысл. Точное равенство определяет вероятность нахождения сигнала ниже порога на всех тактовых интервалах.

Приближенное равенство в (3) определяет вероятность превышения

порога на каком-либо одном из N тактовых интервалов.

Отметим, что превышение заданного уровня на одном из тактовых интервалов можно рассматривать как появление на этом интервале (во всех каналах) импульсной помехи малой длительности, что не повлияет на помехоустойчивость приема.

Полученные результаты позволяют уточнить (снизить на 2–4 дБ) требования к динамическому диапазону и линейности амплитудных характеристик многоканальных систем.

Список литературы

1. Richard van Nee. OFDM for wireless Multimedia Communication / Richard van Nee, Ramjee Prasad. – Artech House: Boston London, 2000. – 257p.
2. R. Van Nee. Reducing the peak-to-average power ratio of OFDM [Text] / R. Van Nee, A. de Wild // In Proc. IEEE Vehicular Technology Conf. (VTC'98), – 1998. – May, – pp 2072 – 2076.
3. Hideki Ochiai. On the Distribution of the Peak to Average Power Ratio in OFDM Signals [Text] / Ochiai Hideki, Jmai Hideki // IEEE Trans on Commun, – vol. 49, № 2, – 2001. – February, – p.p. 282 –289.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МІМО-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КАНАЛОВ СВЯЗИ В КОМАНДНЫХ РАДИОСЕТЯХ ВОЗДУШНЫХ СИЛ

Традиционные пути повышения скорости передачи данных и качества предоставляемой связи за счет расширения частотного диапазона и энергии передаваемого сигнала в последнее время исчерпывают себя вследствие ограниченности частотного и энергетического ресурсов [1]. В современных беспроводных системах связи, например, Wi-Fi – 802.11n, Wi-MAX – 802.16-2004, 802.16e активно внедряется технология формирования многоканальной связи МІМО (Multiple Input Multiple Output – множественный вход множественный выход) [2]. Она позволяет значительно увеличить пропускную способность канала связи, улучшить его помехозащищенность в условиях многолучевого распространения сигналов [2].

Современные исследования [3,4], посвященные методам повышения пропускной способности и скрытности радиосвязи за счет использования свойств хаотических процессов свидетельствуют о перспективности применения хаотических несущих в МІМО-технологии формирования каналов связи. Результаты, полученные в работах [3,4] показывают, что хаотический сигнал, схожий по своим статистическим характеристикам с белым гауссовым шумом невозможно классифицировать традиционной χ^2 -статистикой. Доказано, что наихудшей скрытностью обладает гармонический ЧМ-сигнал по сравнению с хаотическим сигналом в МІМО-системе связи. Для выделения последнего в априорно неопределенной сигнально-помеховой обстановке предлагается использовать BDS-статистику.

Увеличение количества обрабатываемой информации на пунктах управления Воздушных Сил приводит к необходимости увеличения пропускной способности каналов связи. В свою очередь сложная помеховая обстановка и намеренное радиоэлектронное противодействие со стороны противника приводит к необходимости формирования каналов связи, обладающих высокой помехозащищенностью. Как показано в

¹ - доктор технических наук, профессор, начальник факультета Харьковского университета Воздушных Сил Вооруженных Сил Украины

² - соискатель кафедры радиоэлектронных систем пунктов управления Воздушных Сил Харьковского университета Воздушных Сил Вооруженных Сил Украины

работе [2] многократные переотражения радиосигнала только улучшают количественные показатели пропускной способности и помехозащищенности ММО-радиосистемы передачи данных. Поэтому перспективным является применение ММО-технологии для формирования каналов связи в командных радиосетях Воздушных Сил для:

- установления радиосоединения узлов связи, обслуживающих пункты управления Воздушных Сил с опорными узлами связи. Это позволяет в полной мере использовать пропускную способность государственных магистральных оптоволоконных линий связи;

- построения радиотрансляционной линии передачи радиолокационной и радионавигационной информации от радиолокационных и радиотехнических источников к командным пунктам, а также пунктам наведения авиации. В этом случае обеспечивается высокая скрытность управления Воздушными Силами с пунктов управления;

- построения радиорелейных линий прямой видимости и тропосферных радиорелейных линий связи. Такое решение, помимо прочих преимуществ, приводит к повышению надежности радиосвязи и возможности увеличения длины пролета радиорелейной линии, что особенно важно в плотно застроенных населенных пунктах и промышленных районах.

Авторами исследуются особенности организации связи в указанных случаях на основе применения ММО технологии.

Список литературы

1. Ермолаев В.Т., Флакман А.Г. Адаптивная пространственная обработка сигналов в системах беспроводной связи. Учебно-методический материал по программе повышения квалификации «Современные системы мобильной связи, проблемы помехозащищенности и защиты информации». Нижний Новгород, 2006, 99с.
2. Тихвинский В.О., Терентьев С.В., Юрчук А.Б. Сети мобильной связи LTE: технологии и архитектура. – М.: Эко-Трендз, 2010.- 284с.: с ил.
3. Анализ пропускной способности и скрытности ММО-системы радиосвязи на хаотической несущей /К.С. Васюта, С.В. Озеров, Ф.Ф. Зоц // Системи обробки інформації. – Х., 2012. – Вип. 9(107). – С. 21–24..
4. Метод повышения пропускной способности и скрытности системы радиосвязи путем применения ММО-технологии на хаотических несущих /К.С. Васюта, С.В. Озеров, Ф.Ф. Зоц, Н.А. Глушенко //Системи управління, навігації і зв'язку. – К., 2012. – Вип. 3(23). – С. 223–227

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ СИГНАЛОВ С НЕЛИНЕЙНОЙ УСЛОВНОЙ ДИСПЕРСИЕЙ В СИСТЕМАХ СКРЫТОЙ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Широкое применение телекоммуникационных технологий в процессе документирования, передачи и хранения конфиденциальной информации вносит ряд требований в систему функционирования информационных потоков. Основным из них является комплексное применение методов кодирования и скрытия факта передачи информации. Криптоустойчивость передаваемой информации в данных системах обеспечивается на основе применения несимметрических схем кодирования. Концепция таких схем основана на применении односторонних функций и функций с секретом.

Передача закодированной информации обеспечивается на основе высокочастотных сигналов с детерминированной структурой, что не обеспечивает требований к скрытности функционирования системы передачи информации.

Для решения данной проблемы применяются системы связи с хаотической синхронизацией, однако исследования показывают, что системы связи, использующие хаотическую синхронизацию (или хаотический синхронный отклик), имеют серьезные ограничения на качество канала связи и не обеспечивают достаточную скрытность. По этому, дальнейшее развитие получили прямохаотические системы связи на основе некогерентных (некорреляционных, энергетических) схем приема.

Опираясь на предположение, что наиболее скрытной (с позиции структурной скрытности) системой передачи является система, на основе стохастических процессов. Недавно было предложено в качестве кодирующей информации применять прямостохастические системы передачи информации с линейно условным математическим ожиданием [1].

¹ Доктор технических наук, профессор, начальник факультета автоматизированных систем управления и наземного обеспечения полетов авиации, Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба.

² Помощник начальника научно-организационного отдела, Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба.

³ Старший помощник начальника учебного отдела, Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба.

Однако, в общем случае, класс моделей с нелинейными структурами значительно шире, чем класс линейных моделей [2]. Это предполагает расширенные возможности кодирования информации и, тем самым, устранение избыточности передаваемой информации, а, как следствие, повышение скорости передачи информации.

Поскольку, по своей структурной скрытности прямостохастические системы передачи информации с линейным условным математическим ожиданием схожи с прямостохастическими системами передачи информации с нелинейным условным математическим ожиданием, то предполагается, что динамика их поведения в фазовой плоскости (которая характеризует структурную скрытность передаваемой информации) будет различаться только лишь объемом возможных структур.

При этом, неоднозначным является применение прямостохастической системы передачи информации с нелинейной условной дисперсией, которые характеризуются малой степенью разрушения вида аттрактора, порождающей ядра преобразования, и малой структурируемостью при вариации параметров модели.

Кодирование информации в данных системах основывается на временной позиционно-импульсной модуляции при условии, что сумма варьируемых параметров, применяемых при кодировании информации постоянна. Данное ограничение обусловлено не столько требованием к математической модели, сколько к требованию неразличимости применяемых в процессе кодирования сигналов по среднему значению амплитуды во временной плоскости.

Декодирование принимаемой информации осуществляется на основе коэффициента автокорреляции принимаемого ряда с учетом поправки на существование неординарных событий в процессе формирования стохастических процессов.

Результаты исследований показывают, что данный метод скрытой передачи информации имеет высокую степень структурной скрытности и развивает методы стегнографии, однако может иметь слабую стойкость к воздействию помех в каналах передачи информации.

Список литературы

1. Васюта К.С. Метод скрытой передачи бинарной информации на основе применения линейнопреобразованного стохастического процесса «скользящего среднего» / К.С. Васюта, С.А. Щербинин / – Х. Системи озброєння і військова техніка. – 2014. – № 1(37). – С. 108–111.
2. Тихомиров Н.П. Эконометрика / Н.П. Тихомиров, Е.Ю. Дорохина // – М.: Изд-во Рос. экон. акад., 2002. 640 с.

МАШИННЫЙ РАСЧЕТ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВ ВОСП-СРК

На рис. 1 приведена структурная схема анализируемого приемного устройства, состоящего из предварительного оптического усилителя (ПОУ) 1 и стандартного приемного оптоэлектронного модуля (ПРОМ) с р-і-п фотодиодом (ФД) либо лавинным ФД (ЛФД) 3. Фильтры 2 и 4 – полосовой и нижних частот – ограничивают ширину полосы пропускания приемного тракта в оптическом и электрическом диапазонах спектра соответственно, причем при модуляции интенсивности света в формате NRZ и RZ-формате $2\Delta f \leq \Delta\nu$, R и R1 (Receiver) – контрольные точки, рекомендуемые ITU-T для измерения параметров. Усиление фотосигнала выполняет малошумящий ЭУ в составе блока 3. На рис. 1 приняты следующие обозначения: λ – длина волны оптической несущей, нм; K_p и $K_{ш}$ – коэффициент усиления мощности и шума ПОУ соответственно; $\Delta\nu$ и Δf – ширина полосы пропускания оптического (по уровню 0,5) и электрического (по уровню 0,7) фильтров, ГГц; ρ_i – токовый отклик ФД, А/Вт; M – коэффициент умножения ЛФД, $I_{ш\mu}$ – спектральная плотность эквивалентного шумового тока ЭУ, А/(Гц)^{1/2}. ЛФД дополнительно характеризуют такими параметрами, как объемная составляющая темнового тока $I_{то}$ (нА) и показателем избыточного шума d .

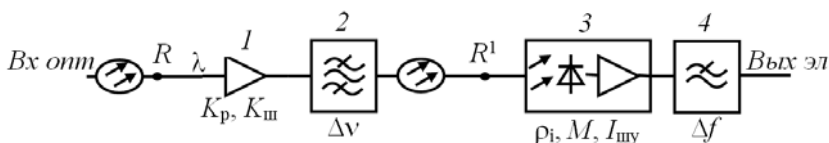


Рисунок 1. Структурная схема анализируемого приемного устройства

Под чувствительностью приемного устройства понимают значение минимальной оптической мощности (или уровня мощности, дБм) на его входе (точки R и R1), при котором обеспечивается заданное качество приема. Для ВОСП со спектральным разделением каналов (ВОСП-СРК) таким параметром является отношение мощностей оптических сигналов шум (OSNR – optical signal-to-noise ratio) [1]. Значение OSNR

¹ К.т.н., доцент кафедры Телекоммуникационных систем ОНАС им. А.С.Попова.

² Инженер кафедры Телекоммуникационных систем ОНАС им. А.С.Попова.

³ К.т.н., доцент кафедры Радиоэлектроники ЗНТУ.

ограничивают мультипликативные (квантовые шумы оптического сигнала) и аддитивные (дробовые и тепловые шумы ПРОМ). В случае применения ЛФД к ним добавляются шумы лавинного умножения [1].

Тепловой шум создают резистор нагрузки ФД и активные элементы ЭУ.

Анализ чувствительности приемных устройств со структурной схемой на рис.1 выполнен в работе [2], где показано, что расчет искомой чувствительности приемного устройства P_0 для ВОСП-СРК сводится к решению квадратичного уравнения с коэффициентами, приведенными в табл.1.

Таблица 1. Выражения для коэффициентов уравнения расчета чувствительности ПРОМ

Вариант ПРОМ	Коэффициенты уравнения $a(P_0)^2 + bP_0 + c = 0$			
	a	b		c
		NRZ-код	RZ-код	
p-i-n-ФД	$\rho_i^2 (OSNR1)-2$	$-q\rho_i\Delta f$	$-q\rho_i\Delta f/2$	$-(2qI_{то} + I_{шy}^2)\Delta f$
ЛФД	$(\rho_i \bar{M})^2 (OSNR1)-2$	$-q\rho_i\Delta f \cdot \bar{M}^{-2+d}$	$q\rho_i\Delta f \cdot \bar{M}^{-2+d} / 2$	$-(2qI_{то} \cdot \bar{M}^{-2+d} + \bar{I}_{шy}^2)\Delta f$
ПОУ + p-i-n-ФД	$(OSNR2)-2$	$-\frac{2h\nu K_{ш}\Delta\nu}{OSNR_2} \frac{q\Delta f}{\rho_i K_p}$	$-\frac{2h\nu K_{ш}\Delta\nu}{OSNR_2} \frac{q\Delta f}{2\rho_i K_p}$	$\frac{(h\nu K_{ш}\Delta\nu)^2 - [(2qI_{то} + I_{шy}^2)\Delta f]}{\rho_i^2 K_p^2}$

Здесь q – заряд электрона, h – постоянная Планка.

Ввиду громоздкости полученных в [2] соотношений разработана программа Sens_Receiver [3], позволяющая сократить время выполнения расчетов и анализировать влияние параметров элементов приемной системы на ее чувствительность. Интерфейс (окна) разработанной программы расчета приведен на рис. 2 для трех вариантов приемных устройств: 1) p-i-n ФД; 2) ЛФД и 3) ПОУ + p-i-n ФД. В левой верхней части окна вводятся значения исходных данных, в правой выводятся результаты расчета чувствительности P_0 (мВт) и уровня чувствительности (дБм) для импульсного и среднего во времени значения сигнала для формата кодирования NRZ и RZ. Для удобства анализа проектировщиком парциального вклада шумов программа рассчитывает значения коэффициентов квадратного уравнения a,b и c.

В табл. 2 приведены сравнительные результаты расчета чувствительности приемных устройств ВОСП СРК (импульсное значение) для различных значений электрической и оптической полосы пропускания и исходных данных согласно рис. 2. Результаты расчета хорошо совпадают с экспериментальными данными [2].



p-i-n ФД

ЛФД

ПОУ + p-i-n ФД

Рисунок 2. Интерфейс программы Sens_Receiver

Таблица 2. Результаты расчета уровня чувствительности (дБм)

Электрическая ширина полосы Δf , ГГц	0,1	1,0	2,5	10,0	40,0
1. p-i-n-ФД	-30,0	-25,0	-23,10	-20,0	-16,99
2. ЛФД ($M = 10, d = 0,7$)	-39,94	-34,94	-32,95	-27,45	-22,45
Оптическая ширина полосы $\Delta \nu$, ГГц		12,5		50,0	100,0
3. ПОУ, $K_p = 100$ (20 дБ)	-43,14	-42,54	-42,08	-36,6	-33,48
4. Идеальный квантовый усилитель 1)	-68,9	-58,9	-54,95	-48,9	-42,9
1) Теоретический (квантовый) предел чувствительности приемного устройства					

Список литературы

1. Корнейчук В.И. Волоконно-оптические системы передачи: учеб. для вузов /В.И. Корнейчук, Панфилов И.П/. – Одесса: Друк, 2001. – 436 с.
2. Корнейчук В.И., Щехотихин О.В. Метод расчета чувствительности приемного устройства с оптическим предусилителем: Тези доповіді: V Міжнародна НПК «Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій», Запоріжжя, 22–24 вересня, 2010 – 5 с.
3. Голуб А.А. Розробка програми розрахунку параметрів приймального оптичного пристрою. Дипломна робота, ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2013 – 51 с.

ПІДВИЩЕННЯ ШВИДКОДІЇ LDPC-ДЕКОДЕРУ ЗА ДОПОМОГОЮ ПОДВІЙНОЇ БУФЕРИЗАЦІЇ ПОВІДОМЛЕНЬ

LDPC-коди (англ. Low Density Parity Check Codes - коди з низькою щільністю перевірок на парність) знайшли широке використання завдяки характеристикам пропускну здатності і можливості роботи в умовах значного зашумлення каналу передачі, що можуть забезпечувати, та продовжують знаходити нові застосування. Наприклад, вони є частиною стандартів високошвидкісної передачі даних, таких як 10-Gigabit Ethernet, DVB-S2, DVB-T2 та ін., що свідчить про те, що вони можуть використовуватися для забезпечення швидкості, яка перевищує 1 Гбіт/с. LDPC-коди з нерегулярною структурою (матриця перевірки парності яких має різну вагу рядків і/або стовпців) дозволяють досягти кращих показників точності декодування при збільшенні шуму в каналі, у порівнянні з регулярними кодами. Проте, нерегулярна структура розташування значущих елементів матриці, робить апаратну реалізацію декодера складнішою, ніж у випадку регулярних кодів.

Нерегулярним LDPC-кодам приділяється значно менша увага у порівнянні з регулярними LDPC-кодами саме через їх потенційну меншу пропускну здатність, а також складність апаратної реалізації, як для повністю паралельних декодерів, так і для частково паралельних.

У роботі [1] пропонується рішення з перестановкою рядків та можливою перестановкою стовпців матриці перевірки парності, що дозволяє спростити розташування значущих елементів для реалізації декодера. Проте, перестановка рядків не може забезпечити приросту пропускну здатності для наявної архітектури, а перестановка стовпців є заходом, що вимагатиме додаткових операцій при запису/видачі повідомлення, що також вимагатиме додаткових комбінаційних ресурсів та ресурсів пам'яті.

У роботі [2] описана реалізація частково паралельного LDPC-декодера з реалізацією у спеціалізованій мікросхемі, що забезпечує пропускну здатність на рівні кількох сотень Мбіт/с. Проте, такий декодер може працювати лише з однією визначеною матрицею, а ступінь паралельності запропонованої реалізації наближається до повністю паралельних декодерів, що не завжди прийнятно за умови обмеженості апаратних ресурсів.

¹ аспірант, Чорноморський державний університет ім. Петра Могили, м. Миколаїв

Метою даної роботи є підвищення пропускну здатності частково паралельного LDPC-декодеру, що використовує для декодування нерегулярні матриці перевірки парності, за рахунок моделі організації подвійного буферу для збереження та обробки повідомлення в процесі декодування при реалізації архітектури декодеру.

Для максимального зменшення часових витрат пропонується використання моделі організації пам'яті декодеру з подвійним буфером для збереження та обробки повідомлення. Вона полягає у тому, що виконується дублювання пам'яті запису повідомлення та результатів ітерації та пам'яті для збереження проміжних обчислень. Таким чином, очікування запису має місце лише для першого повідомлення, а для наступних повідомлень декодування може розпочатися одразу після завершення декодування попереднього повідомлення. В цей же час розпочинається запис у інший буфер для проведення наступного циклу.

Для реалізації подвійного буферу запропоновані наступні моделі:

1) модель на основі дублювання пам'яті з вибіркою значень на основі окремих мультиплексорів та демультиплексорів;

2) модель на основі дублювання пам'яті з реалізацією логіки вибірки на основі окремого блоку;

3) модель на основі подвоєння наявного обсягу пам'яті.

Усі запропоновані варіанти вирішують проблему очікування запису перед декодуванням, тому вирішальним фактором під час вибору рішення, що здатне забезпечити найбільшу пропускну спроможність є тактова частота, на якій може працювати декодер за обраного підходу.

Реалізація запропонованих моделей подвійної буферизації для LDPC-декодеру виконана для мікросхеми ПЛІС Altera сімейства Stratix IV. Максимальні тактові частоти для обраної мікросхеми становили 220, 250 та 270 МГц відповідно. Практична реалізація показала, що модель буферизації на основі подвоєння наявного об'єму пам'яті для організації буферу переважає інші варіанти за швидкодією.

У роботі наведено результати досліджень організації подвійної буферизації для декодування. Запропоновані моделі організації пам'яті, які дозволяють підвищити швидкодію LDPC-декодерів.

Список літератури

1. Guilloud, F. Generic Architecture for LDPC Codes Decoding / Telecom ParisTech - July 2004.
2. Shirani-Mehr, H., Mohsenin, T., Baas, B. A Reduced Routing Network Architecture for Partial Parallel LDPC Decoders Signals, Systems and Computers (ASILOMAR), 2011 Conference Record of the Forty Fifth Asilomar Conference, Nov. 6–9, 2011.

ОЦЕНКА СКОРОСТИ ПЕРЕДАЧИ В СП С ОГС ОБОБЩЕННОГО КЛАССА

Среди современных средств связи широкое распространение получили технологии и системы передачи (СП), использующие для передачи множество ортогональных гармонических сигналов (ОГС), одновременно и независимо модулируемых передаваемыми информационными сигналами – СП ОГС с OFDM-модуляцией (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) [1]. Используемые в этих технологиях ОГС являются одним из видов широкого класса широкополосных сигналов предложенных в [2], которые могут быть использованы для целей передачи информации.

Системы сигналов ОГС обобщенного класса (ОГСОК), синтезированные в соответствии с методом, предложенном в [1, 2], ортогональны на интервале T и описываются выражением:

$$\left\{ \sqrt{u(t)} e^{i\omega_0 t} \right\}_{t=0}^{n-1}, \quad -\frac{T}{2} \leq t < \frac{T}{2}, \quad \omega_0 = 2\pi f_0, \quad \tau_0 = \frac{1}{f_0}, \quad (1)$$

где f_0 – разнос между частотами соседних гармонических функций, входящих в состав функций (1); n – число функций; T – длительность тактового интервала (функций) и интервала ортогональности, $u(t)$ – огибающая.

Одним из ожидаемых эффектов при применении ОГСОК в СП является снижение чувствительности сигналов к частотным характеристикам каналов связи и, следовательно, к снижению мощности интерференционных помех, что в целом и подтверждено расчетами, приведенными в [3].

Представляет интерес оценка скорости передачи для СП с ОГСОК. В докладе рассматриваются методика расчета из [4] и достигаемые скорости передачи на примере СП ADSL2+, с традиционными сигналами и ОГСОК. В расчетах учитывались: аддитивный шум, переходные помехи от параллельно работающих СП ($n_{СП}$ – число влияющих СП) в многопарном телефонном кабеле типа ТПП 10х2х0,5 и интерференционные помехи, вызванные искажениями сигналов.

¹ к.т.н., ст. преп. кафедры ТКС ОНАС им. А.С. Попова

² аспирант кафедры ТКС ОНАС им. А.С. Попова

В табл. 1 приведены одни из результатов расчета скорости передачи для рассматриваемых СП: традиционной СП без учета межсимвольной интерференции – $V_{\text{БИП}}$, и с учетом – $V_{\text{ИП}}$, а также для СП с предложенными сигналами – V .

Таблица 1. Зависимость скорости и дальности передачи для рассматриваемых вариантов СП

L, км	–140 дБм/Гц, $n_{\text{СП}} = 1$			–140 дБм/Гц, $n_{\text{СП}} = 10$		
	$V_{\text{БИП}}$, Мбит/с	$V_{\text{ИП}}$, Мбит/с	V , Мбит/с	$V_{\text{БИП}}$, Мбит/с	$V_{\text{ИП}}$, Мбит/с	V , Мбит/с
1 км	24	24	24	20, 928	20, 928	20, 928
2 км	23, 260	22, 792	23, 232	18, 236	18, 080	18, 216
3 км	14, 196	13, 436	14, 184	12, 204	11, 860	12, 168
4 км	8, 096	7, 224	7, 592	7, 48	6, 912	7, 204

В докладе рассматриваются также другие варианты построения СП с ОГСОК, оценивается скорость передачи для широкого диапазона мешающих воздействий, и даются рекомендации.

В результате проведенных исследований показано, что СП ОГСОК дают выигрыш по дальности передачи вследствие уменьшения интерференционных помех.

Список литературы

1. Балашов В. А. Системы передачи ортогональными гармоническими сигналами / Балашов В. А, Воробийенко П.П, Ляховецкий Л.М. – М.:Эко – Трендз, 2012. – 228 с.: ил.
2. Балашов В.А. Ортогональные гармонические сигналы для широкополосных систем передачи / В.А. Балашов, Л.М. Ляховецкий, И.Б. Барба // Загальнонагузевий науково – виробничий журнал «Зв’язок». – 2012. – № 3. – С. 17 – 20.
3. Барба И.Б. Анализ систем передачи гармоническими сигналами обобщенного класса / И.Б. Барба // Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова. – 2014. – № 2. – С. 35 – 42.
4. Ляховецкий Л.М. Характеристики широкополосного доступа за технологією VDSL2 / Л.М. Ляховецкий, В.І. Орешков // Наук. праці ОНАЗ ім. О. С. Попова. – 2012. – № 2. – С. 93 – 98.

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТА В КОМП'ЮТЕРНІЙ МЕРЕЖІ ПРИДНІПРОВСЬКОЇ ЗАЛІЗНИЦІ НА ОСНОВІ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Постановка задачі. Комп'ютерну мережу Придніпровської залізниці подано у вигляді неорієнтованого графа $G(V, W)$, де V – множина вершин графа, кількість яких N , причому кожна вершина моделює собою вузол (маршрутизатор) комп'ютерної мережі; W – множина ребер графа (пропускні здатності каналів зв'язку між маршрутизаторами, Мбіт/с), кількість яких M . Крім того, $x_{ij} \leq c_{ij}$, де c_{ij} – пропускна здатність каналу зв'язку між i -м и j -м вузлами мережі, x_{ij} – інтенсивність трафіку, що передається в мережу між i -ою та j -ою вершинами. На значення x_{ij} накладаються додаткові обмеження $x_{ij} \in \{0,1\}$, тобто змінна набуває значення 1, якщо трафік протікає каналом (i,j) ; у противному випадку – 0. В якості критерію оптимальності виступає вираз $\min(\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N c_{ij} x_{ij})$.

Розв'язання задачі на основі двошарового перцептрону. Для визначення оптимального маршруту фрагмента_А Придніпровської залізниці ($N=10$, $M=12$) використаний двошаровий перцептрон, що створений в додатку NFTool програми MatLAB. У якості активаційної функції прихованого шару використано сигмоїдальну функцію, у вихідному шарі використана лінійна функція активації. Вхідні параметри: кількість маршрутизаторів, координати їх розміщення, пропускні здатності, зв'язки, які входять до маршруту та складають навчальну вибірку. Навчання двошарового перцептрона передбачає застосування алгоритму зворотного поширення помилки. Після навчання мережі одержано результат у вигляді графу (Figure1); час визначення оптимального маршруту склав приблизно 1,46 с.

Крім того, розглянутий фрагмент_Б комп'ютерної мережі Придніпровської залізниці ($N=25$, $M=31$), вибірка із 100 навчальних прикладів; час визначення оптимального маршруту склав приблизно 35,7с. Виконано дослідження кількості прихованих нейронів та

¹ к.т.н., доц. каф. ЕОМ ДНУЗТ ім. акад. В.Лазаряна

дослідження часу роботи програми від кількості маршрутизаторів мережі.

Розв'язання задачі на основі мережі Хопфілда. Для розв'язання поставленої задачі на базі мережі Хопфілда розроблено в MatLAB програму «НОРФ». Вхідні параметри моделі: кількість маршрутизаторів, координати їх розміщення, пропускні здатності, параметри мережі Хопфілда. На етапі ініціалізації мережі виконується установка вагів з'єднань між нейронами, назначаються функції навчання та оптимізації. У якості функції активації нейрона використовується функція гіперболічного тангенса. Після навчання мережі отримано результат у вигляді графу (Figure2); час роботи «НОРФ» склав приблизно 0,63 с.

Висновки:

1. Для розглянутого фрагмента_А комп'ютерної мережі Придніпровської залізниці на основі мережі Хопфілда (програма «НОРФ») та двошарового перцептрону (додаток NFTool) програми MatLAB розв'язано задачу пошуку оптимального шляху, результати роботи програм – збіглися. За цього програмна модель «НОРФ» працює швидше на 57 %, ніж додаток NFTool, але програмна реалізація мережі Хопфілда складна та займає набагато більше часу для її написання.

2. Для розглянутого фрагмента_Б комп'ютерної мережі Придніпровської залізниці на основі двошарового перцептрону, що містить 31 вхідних, 50 прихованих і 31 вихідних нейронів, розв'язано задачу пошуку оптимального шляху. Результат роботи програми збігається з результатом, що був отриманий за іншими алгоритмами; середньоквадратична похибка навчання, перевірки та тестування нейронної мережі склало 0,05, 0,11 і 0,12, відповідно; загальне значення регресії – приблизно 0,8.

3. Визначено, що зі зростанням кількості вхідних нейронів похибка збільшується як у перцептрона з одним прихованим шаром, так і у перцептрона з двома прихованими шарами.

4. Оцінено, що залежність часу роботи нейронних мереж від кількості маршрутизаторів комп'ютерної мережі Придніпровської залізниці: 10, 15, 20, 25 має поліноміальний характер, тоді як за класичними алгоритмами найкоротшого шляху – експоненціальний.

Список літератури

1. Кутыркин А.В. Использование нейронной сети Хопфилда для решения оптимизационных задач маршрутизации [Текст] / А.В. Кутыркин, А.В. Семин. – М.: МИИТ, 2007. – 15 с.
2. Павленко М.А. Анализ возможностей искусственных нейронных сетей для решения задач однопутевой маршрутизации в ТКС [Электронный ресурс] / Проблемы телекоммуникаций. – 2011. – № 2 (4). – С. 118–127.

СПОСОБ ПРОГНОЗА ЛОКАЛЬНОЙ ПЕРЕГРУЗКИ В ФРАГМЕНТЕ Сотовой Сети

Высокие темпы развития сетей мобильной связи и предоставление операторами дополнительных телекоммуникационных услуг приводит к значительному увеличению количества абонентов. При этом нельзя допустить снижения уровня качества обслуживания (QoS) абонентов. Для этого операторы телекоммуникационных услуг должны быстро реагировать на все изменения сетевого трафика. Операторам связи для принятия решения при возникновении локальной перегрузки фрагмента сотовой сети мобильной связи (ССМС) нужна заблаговременная качественная и достоверная информация о возможном росте нагрузки.

Актуальность данной работы состоит в том, что в условиях переменного сетевого трафика, возможны случаи, когда на какое-то время в пределах небольшой площади собираются абоненты, количество которых значительно превышает проектные возможности сети (массовые мероприятия, стихийные бедствия, дорожные пробки и т.д.). Эти факторы приводят к увеличению нагрузки на участке сети (локальная перегрузка) в широких пределах [1], что определяет необходимость вмешательства оператора связи в управление системой с целью максимального увеличения пропускной способности данного участка сети.

Известный способ прогноза перегрузок в ССМС [2] учитывающий мобильность абонентов, основан на пороговом сравнении числа абонентов, поступающих в конкретную соту, и числа абонентов, которые оставляют ее. Однако способ, базирующийся только на количественной оценке потока перемещающихся абонентов в ячейке, позволяет сделать прогноз за 3–6 мин. до начала перегрузки, чего не всегда может хватить оператору связи для реагирования.

Для решения этой задачи предлагается способ прогноза локальной перегрузки направленный на предупреждение оператора о перегрузке на отдельном участке ССМС, при котором учитывается миграция абонентов в конкретной ячейке-кандидате на перегрузку и в соседних к ней сотах. При этом учитывается не только количество абонентов, но и направления их перемещения в каждой ячейке. Благодаря такому подходу появляется возможность осуществить прогноз перегрузки на более ранних стадиях ее

¹ ст. преподаватель ЗНТУ

² канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

возникновения.

Суть данного способа заключается в том, что количество абонентов фиксируется в каждой соте сети и при достижении числа абонентов порогового значения в отдельной ячейке ее считают ячейкой-кандидатом. При этом если в двух или больше соседних ячейках количества абонентов достигли порогового значения, то их считают ячейками-кандидатами одновременно. Далее через установленные интервалы времени определяются параметры перемещения каждого абонента в ней и в соседних сотах. При этом фиксируются координаты по отношению к базовой станции соты и формируется вектор перемещения каждого абонента. Затем строится суммарный вектор потока абонентов в ячейке и аналогично формируются векторы потоков для всех соседних ячеек [3].

С целью повышения точности прогноза на локальном участке, который может содержать несколько ячеек, и уменьшения нагрузки на систему управления сетью, проводится корректировка сформированных суммарных векторов, которые учитывают направленность перемещения абонентов только в сторону ячейки-кандидата [4]. Одновременно определяется прогнозируемое количество абонентов, которые через определенное время окажутся в ячейке-кандидате, сумма этих будущих абонентов ячейки-кандидата и тех, что уже находятся в ячейке-кандидате, образует прогнозную нагрузку базовой станции ячейки-кандидата.

Полученный результат позволит оператору применить заблаговременно способы и методы, увеличивающие пропускную способность на разных уровнях управления сетью и снижающие вероятность отказа обслуживания абонентов, т.е. обеспечить соответствующий уровень QoS.

Перечень ссылок

1. Сметанин И.Н. Исследование параметров трафика участка сети GSM при воздействии локальных перегрузок [Текст]/ И.Н. Сметанин, А.Г. Ложковский, Д.М. Пиза, О.В. Вербанов // Радиоэлектроника, информатика, управление. – 2011. – №2 – С.23–30.
2. Шорин О.А. Прогноз перегрузок с учетом подвижности абонентов в сотовых системах связи [Текст]/О.А. Шорин // Мобильные системы.– 005. –№ 1. – С.15–19.
3. Пат. 68743 Україна, МПК^(2012.01) H04W 48/00, H04W 72/00. Спосіб прогнозу локального перевантаження в стільниковій мережі рухомого зв'язку/ Сметанін І.М., Костенко В.О., Пиза Д.М.; заявник: ЗНТУ; опубл. 10.04.2012.
4. Пат. 81170 Україна, МПК¹² H04W 48/00, H04W 72/00. Спосіб підвищення точності прогнозу локального перевантаження в стільниковій мережі рухомого зв'язку / Сметанін І.М., Сметанін Р.І., Пиза Д.М., Костенко В.О.; заявник ЗНТУ. опубл. 25.06.2013.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТОКОВ В ТУННЕЛЯХ MPLS – СЕТЕЙ

Основным принципом работы протоколов маршрутизации IGP является выбор кратчайшего маршрута на основе топологии сети без учета ее текущей загрузки [1]. Методы распределения потоков в каналах с учетом их загрузки или, иначе, инжиниринга трафика (TE), используются в MPLS – сетях с применением расширений протоколов OSPF и IS-IS [2]. В эти протоколы включены новые типы объявлений, содержащие информацию о номинальной и незарезервированной (доступной) величинах пропускной способности каналов. Это расширяет возможности маршрутизации, однако и серьезно усложняет ее. Практически решение ищется по критерию минимизации максимального значения коэффициента использования оборудования, а выбор путей среди проложенных туннелей обычно осуществляется по очереди [3].

С целью упрощения и ускорения процесса маршрутизации мы предлагаем объединить оба параметра : номинальную пропускную способность V_n и доступную V_a в выражении для метрики маршрута:

$$M = \frac{1}{V_n} + \frac{1}{V_a}, \quad (1)$$

где a – весовой коэффициент. По умолчанию $a=1$. Модифицировать мы предлагаем и вычисление коэффициентов использования оборудования K_i для параллельно работающих маршрутов (рис.1).

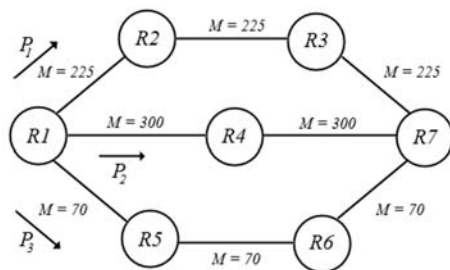


Рисунок 1. Фрагмент топологии MPLS – сети: R1 – R7 представляют собой устройства LSR, P_i – маршруты, M – метрика в соответствии с (1).

¹ Докт. техн. наук, проф., зав. каф. ЭВМ ДНУ

² IT – специалист компании PWC

Предположим, что маршрут P_1 состоит из каналов 10G Ethernet и характеризуется величиной $B_1=V_n / V_a = 10 \text{ G} / 8 \text{ G}$, маршрут P_2 аналогичен P_1 , но $B_2=10 \text{ G} / 5 \text{ G}$, маршрут P_3 содержит каналы SDH и характеризуется величиной $B_3=40 \text{ G} / 20 \text{ G}$. Метрики каналов, рассчитанные по данным значениям V_n и V_a с использованием (1) при $a=1$ приведены на рис.1. Суммарная метрика маршрута P_1 составляет $M_1=675$, маршрута $P_2 - M_2=600$, маршрута $P_3 - M_3=210$.

Предположим, наличие следующих потоков в граничном устройстве RI : $F_1=1\text{G}$, $F_2=2\text{G}$, $F_3=3\text{G}$, $F_4=1\text{G}$, $F_5=2\text{G}$, $F_6=3\text{G}$, $F_7=1\text{G}$. Рассмотрение этих потоков будет осуществляться последовательно, как это делается в производимом в настоящее время оборудовании MPLS TE. Пусть максимально допустимое значение коэффициента использования ресурсов $K_{\max}=0,7$. Тогда для маршрута P_1 получим : $V_x = K_{\max} \cdot V_n = 7\text{G}$. В соответствии с данными, приведенными выше для B_1 , ширина полосы в 2G является занятой, поэтому реально доступной полоса шириной в 5G или, иначе,

$$V_{x,a} = V_a - V_n(1 - K_{\max}) \quad (2)$$

Для P_2 значение $V_{x,a} = 2\text{G}$, для $P_3 - V_{x,a} = 8\text{G}$.

Потоки в устройстве RI распределяются по маршрутам в соответствии с метрикой маршрутов и значением $V_{x,a}$, т.е. F_1, F_2, F_3, F_4 направляются по маршруту P_3 ; $F_5 -$ по маршруту P_2 ; $F_6, F_7 -$ по маршруту P_1 . При этом коэффициенты использования оборудования для трех использующихся маршрутов составят: $K_1=(2+4)/10=0,6$; $K_2=(5+2)/10=0,7$; $K_3=(20+7)/40=0,675$. Как видим, несмотря на серьезные различия в скорости потоков и неоптимальное (поочередное) их рассмотрение значения коэффициентов использования ресурсов маршрутов оказались близкими.

Список литературы

1. Олвейн В. Структура и реализация современной технологии MPLS. – СПб.: Питер, 2004.- 480с.
2. Хандецкий В.С., Григор'ев В.М.,Хандецкий П.В. Ефективність обміну маршрутною інформацією в ієрархічних структурах OSPF – мереж. – Тез. доп. VI міжн. наук. – практ. конф. «Сучасні проблеми і досягнення в галузі телекомунікацій та інформаційних технологій». Запоріжжя, 19–21 вер. 2012.- с.280–281.
3. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : 4-е изд.- СПб.:Питер, 2010.- 994с.

3 СЕКЦІЯ «СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ І ТЕХНОЛОГІЇ»

UDC 519.683

Bolotova S.Yu.¹, Makhortov S.D.²

THE «CONVEYOR» SCHEME IN THE RELEVANT BACKWARD INFERENCE METHODS

Introduction

The strategy of the relevant inference, described in [1], aims to reduce the number of calls to external sources of information. The method consists of two stages: the construction of all minimal initial preimages and searching the preimage that contains only true facts. Successful completion of these steps can be organized independently and in parallel. The possibility of parallelization of these algorithms is shown in [2]. This topic is devoted to the parallel algorithms of the relevant inference, based on the improved «conveyor» scheme of the parallel computing, which allows to increase the degree of parallelism.

Parallel implementation

The parallel relevant LP-inference involves simultaneous construction of the initial preimages sets and analyzing them in different threads.

The primary application thread creates secondary threads and passes them a block of data. Created thread searches the solution of production logic equation in a separate layer [1]. When the sufficient number of preimages is calculated, the LP-inference program module immediately checks its «truth», sending queries to the external information source, if necessary. If one of the preimages is not true, the program stores the information about false facts and calculates the next preimage cluster. After that secondary threads exits.

In case of large amount of running threads the efficiency of parallel computing is declined. Therefore, a thread pool mechanism is used [3]. For threads synchronizing the critical sections are used.

For the high efficiency the processes of preimages calculating and their further analysis are performed asynchronously. Until a solution is found, the another preimages cluster stored in the dynamic queue. The main thread takes the preimages clusters from the queue and (if one of the secondary threads is free) initiates the parallel analysis of their items relevance.

The most relevant elements are placed in the priority queue, based on a

¹ Candidate of Physico-mathematical Sciences, Teacher of the Department

² Doctor of Physico-mathematical Sciences, Applied and System Software Department at Voronezh State University

binary heap. The maximum queue size is specified by the parameter.

Such data organization is used to sort investigated elements according to their relevance, to change their order by adding new elements, if necessary, and to access to the element with maximum value in the constant time. The process of identifying the relevant objects of constructed clusters continues until a solution is not found.

The general structure of the parallel algorithm of the relevant inference can be represented by the following scheme.

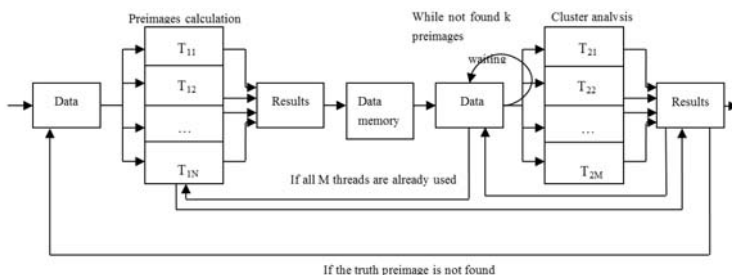


Fig.1. Algorithm structure scheme

The process of identifying relevant objects is very expensive, so it is also parallelized. For each preimages cluster the system starts the process of their relevance analysis to find the true preimage in a separate thread.

The benefits of parallel LP-inference are confirmed experimentally. When processing the large knowledge bases the use of parallel algorithms speeds up LP-inference by up to 30%.

Conclusion

The report presents an improved «conveyor» scheme of parallel computing for LP-inference. On its basis, the parallel algorithms of the relevant and cluster relevant LP-inference are shown in [2], as well as the parallel algorithms of computing the true preimages in LP-structures, that increases the speed of the described method.

References

1. Bolotova, S.Yu and Makhortov, S.D. Relevant backward inference algorithms based on solving the production logical equations, *Iskusstvennyi intellekt y prinyatie resheniy*, 2011, no. 2, pp. 40–50.
2. Bolotova, S.Yu and Makhortov, S.D. The Algorithms of the Multi-Threaded Relevant LP-inference, *Bulletin of Peoples' Friendship University of Russia*, 2014, no. 2, pp. 216–219.
3. Richter, J. *Programming applications for Microsoft Windows*. Microsoft Press, 1999, 1200 p.

DEFINITION OF TELECOMMUNICATIONS SERVICES QUALITY USING A HYPERCOMPLEX DATA REPORTING

In world practice, the organization of enterprises sphere of telecommunications in accordance with ISO series standards 9000 has become a mass phenomenon. Unfortunately, this phenomenon in Ukraine is unique, despite the presence of a number of regulatory documents regulating the activities of telecommunications organizations industry (DSTU ISO 9000:2007, DSTU ISO 9001:2009, DSTU ISO 9004 – 2001, etc.).

Providing quality service (QoS – Quality of Service) – the most important and difficult problem in the field of telecommunications. Indicators of telecommunications services quality is indirectly measuring the satisfaction degree of the these services consumers.

Telecommunication services have consumer properties, which are characterized by quality indicators services. With the usual practice, the term «quality of telecommunications services» shall mean the aggregate. Properties and performance of consumer services that define ability to satisfy stated or projected needs of the telecommunications services consumers.

A significant impact on consumer characteristics and technical indicators of quality of service indicators provide network quality. They are determined by quantitative characteristics, technical those obtained from tests and measurements parameters of the telecommunications network, telecommunication channels, telecommunications means. [1, 2]

The report examines the different approaches to assessing process of comparing the values of qualitative or quantitative characteristics of quality telecommunications services values of the corresponding source data reporting systems.

Based on this analysis as a system of representation data suggested using of nonpositional system reporting using Hypercomplex number systems (HNS). [3, 4]

Defining system of bases $\{e_i\}$, indicators and connections between them, can

¹Ph.D., Assistant Professor, Department of System Programming and Specialized Computer Systems, Faculty of Applied Mathematics, National Technical University of Ukraine «KPI», Ave.Peremogy, 37, Kyiv, 03056, UKRAINE, E-mail: ub@ua.fm

² Scientist, Department of the specialized tools of design, Institute for Information Recording NAS of Ukraine, Shpaka Str., 2, Kyiv, 03113, UKRAINE, E-mail: gn107@i.ua

describe the numbers of the form $X = \sum_{i=1}^n x_i e_i$ and the law of interaction of

basic elements $e_i e_j = \sum_{k=1}^n \gamma_{ij}^k e_k$.

Thus, targeted solution X^* to the problem definition quality indicators, which ensure compliance with established standards will be the optimal value of the system of equations describing evaluation criteria F^* :

$$\underset{X}{extr} f_i(X) = F_i, f_i \in F, i = \overline{1, k}$$

where: $f_i(X)$ – the objective function of the hyper variable; F_i – the value of i -th criterion (objective function); k – the number of permissible criteria for assessing the quality parameters.

Operation of telecommunication systems proceeds in terms of adverse effects that sometimes leads to a breach of standard modes of individual operation elements and the overall system. Therefore, in this case, the transition to hypercomplex reporting ensures their vitality and reliable, due to the structure and properties of the Hypercomplex numerical systems.

References:

1. DSTU ISO 9001:2009 normativ.ucoz.org/load/dstu_iso_9001_2009/3-1-0-433
2. ETSI TS 202 057-4 http://www.etsi.org/deliver/etsi_eg/202000_202099/20205704/01_01_01_60/eg_20205704v010101p.pdf,
3. M.V.Sinkov, J.A.Kalinovsky, U.E. Boyarinova, «Finite dimensional hypercomplex number systems. Bases of the theory.», Publisher: Institute for Information Recording of National Academy of Sciences of Ukraine, 2010. ISBN 978-966-02-5677-4
4. J.A.Kalinovsky, U.E. Boyarinova, «Isomorphic higher dimensional hypercomplex number systems and their applications» Publisher: Institute for Information Recording of National Academy of Sciences of Ukraine, 2012. ISBN 978-966-02-6360-4

**COMPUTER IMPLEMENTATION OF AN APPROXIMATE
SOLUTION FINDING OF A PRODUCTION-LOGICAL EQUATION
ON A BOOLEAN LATTICE**

The class of production-logical equations on a finite boolean lattice introduced and examined in [1] is considered. Such equations are based on the mathematical apparatus developed in monograph [2] and evolves the concept of production-logical equation introduced in that monograph.

Let F – the power set of the finite nonempty set F , R – the canonical binary relation on F [3] which pairs don't contain F in its left and right sides. Consider the equation [1]

$$R^{l_0}(X) = b \quad (1)$$

where b – the defined coatom of lattice F , X – the desired element in F .

It is proved [3] that an approximate solution of the equation (1) in a layer R_i of R can be found as an intersection of coatoms corresponding to all input nodes of a directed graph G_{R_i} of R_i from which the node corresponding to b is reachable. In addition, it is necessary that the mentioned graph has no cycles and the node b is not an input node.

Bit vectors will be used to represent the elements of F in a computer memory. Let $F = \{0, 1, \dots, n-1\}$, $n > 0$ and

$B = \{(e_0, e_1, \dots, e_{n-1}) \mid e_i \in \{0, 1\}, i = 0, \dots, n-1\}$. The set B is the boolean lattice for which meet, join and complement operations match bitwise multiplication, addition and inversion respectively. By virtue of the isomorphism of lattices F and B an arbitrary element $A \in F$ may be identified with a bit vector $a \in B$ using the following rule: an i -th component of a is equal to 1 if $i \in A$ and 0 – otherwise, $i = 0, \dots, n-1$.

The package of Java-classes is developed to implement an approximate solution finding of the production logical-equation (1) in the layers of R . The class *BitVector* represents a vector with defined length, which bits are stored in an array of *int* numbers. It implements the methods to perform bitwise

¹ Postgraduate student of Applied and System Software Department at Voronezh State University.

² Doctor of Physico-mathematical Sciences, Head of Applied and System Software Department at Voronezh State University.

operations. The class *BooleanElement* encapsulates the logic to work with the elements of F . Each instance of this class aggregates an instance of *BitVector* corresponding to a power set element. *BooleanElement* implements the following basic methods to work with a power set as a boolean lattice: lattice's partial order membership testing for two elements, a meet and a join of a collection of elements, a complement of an element, an element decomposition and co-decomposition [3]. The class *Relation* represents a collection of R pairs (pairs of *BooleanElement* instances) and allows to reduce a relation to an equivalent canonical form. The class *SplittedRelation* represents a partitioning of R on virtual layers. The iterator over layers of R is implemented using this class.

The generic-class *Node*< K > representing graph node storing key of type K is used to build directed graph G_R . K matches *BooleanElement* in this case.

Besides a key, each node contains a collection of nodes from which arcs lead to this node. A set of graph nodes corresponds to a set of all coatoms that form co-decompositions of left and right sides of R_i pairs. The algorithm of input nodes finding implementing depth-first search, against arcs, with cycles detection is encapsulated in the generic-class *SearchAlgorithm*< K > (here K still matches *BooleanElement*). The node corresponding to the right-hand member of the equation (1) is fed to the input of the algorithm. On completion, the algorithm returns a flag indicating a cycle existence in the graph or a set of input graph nodes from which the right-hand member of the equation is reachable if the graph is acyclic.

References

- 1 Ivanov I. Y. Production-logical equations on boolean lattices, Proceedings of Voronezh State University. Physics and mathematics series, 2013, no. 1, pp. 170–177.
2. Makhortov S. D. Mathematical foundations of artificial intelligence: LP structures theory for building and researching of knowledge models of production type, edited by V. A. Vasenin, M.: MCCME, 2009, 304 p.
3. Ivanov I. Y. About an approximate solution of a production-logical equation on a boolean lattice, Neurocomputers: Design and Applications, 2014, no. 9.

ESTIMATION OF STATE SPACE FOR SYSTEM - LEVEL DIAGNOSIS UNDER MODEL UNCERTAINTY

The increasing complexity of distributed information systems has motivated researches to integrate the several technologies (cloud computing IaaS, PaaS, SaaS; NUMA). [1, 2, 3]. Autonomic, fault-tolerant self-managing systems rely on the technical states of system units (modules, services).

The structure of self – diagnosable distributed system may be defined by diagnostic graph $G(V,E)$, where V is the set of system autonomic units and E is the set of directed links (v_i, v_j) , $v_i, v_j \in V$, between these units[3]. Every graph $G(V,E)$ may be decomposed on regular sub graphs G_j – structures L_j , in such a way, that $G(V,E) = \bigcup_j G_j$, $G_j = (V_j, E_j)$, $n_j = |V_j|$, $V_j \subseteq V$, $E_j \subseteq E$,

$$V = \bigcup_j V_j, E = \bigcup_j E_j. \text{ Diagnostic syndrome } A_j = \left\{ A_j^i \right\} \quad \left| A_j^i \right| \leq \left| E_j \right|,$$

$A_j^i = \left\{ a_{xy} \mid \exists (v_x, v_y) \in E_j \right\}$ must be processed, where a_{xy} is the state test result for a unit pair (v_x, v_y) .

There are different diagnostic models (DM), which may be used for given A_j . The most known are PMC and BGM models [3]. Thus there is a problem of model choosing based on the system state space comparison, especially for typical net structures (chains, rings, stars).

For example, the chain structure L_j

$$L_j = l_j(G_j, A_j^i) = \left(n_j, V_j, E_j, A_j^i \right) E_j = \left\{ (v_i, v_{i+1}) \mid v_i, v_{i+1} \in V_j, i=1, 2, \dots, n_j-1 \right\}$$

For every structure L_j and given DM there are syndrome compatible set (SCS) of unit states for the every syndrome. The maximum number of SCS for structure L_j is called as maximum syndrome appreciation (MSA).

Lemma 1. The number of SCS for PMC 1– state chain structures with n elements is the MSA and is defined as $f_n = f_{n-1} + f_{n-2}$, $n \geq 2$, $f_0 = 1$; $f_1 = 1$.

Lemma 2. The minimal number of SCS for PMC chain structure with n elements is $n+1$

Base set S_0 of unit states X, Y (for fixed outcome) is the Cartesian

¹ PhD, assistant professor, National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»

product $S_0 = X \times Y$. The set of subsets Z , for which $Z \subset S_0$, $Z \neq S_0$, $Z \neq \emptyset$ is used as base unit states subsets for the generalized diagnosis model

The base set S_0 of unit states (fault-free/ faulty) for pair (x,y) may be designated as X_0, X_1, X_2, X_3 . Let us define the test pattern as the number of state pairs for (v_x, v_y) ($|Z|$) for some test result. Thus for units v_x, v_y the admissible unit states set are defined by Boolean functions: for 1 -patterns ($m(1), m(2), m(4), m(8)$); for 2 -patterns ($m(3), m(5), m(6), m(9), m(10), m(12)$); 3-patterns ($m(7), m(11), m(13), m(14)$). For example, $m(9) = X_0 + X_3$

Pair of patterns for two test result is admissible for models MSD(1,3), MSD(2,2), MSD(2,3), MSD(3,3), if it covers the base set S_0 . Thus we have the following characteristics of generalized diagnostic models.

Lemma 3. The admissible set of pattern pairs for interaction diagnosis models of MSD(1,3) is defined as: ($m(8), m(7)$), ($m(4), m(11)$), ($m(2), m(13)$), ($m(1), m(14)$).

Lemma 4. The admissible set of pattern pairs for MSD(2,2) are: ($m(3), m(12)$), ($m(5), m(10)$), ($m(6), m(9)$).

Lemma 5. The admissible set of pattern pairs for interaction diagnosis models of MSD(3,3) is defined as: ($m(7), m(11)$), ($m(7), m(13)$), ($m(7), m(14)$), ($m(11), m(13)$), ($m(11), m(14)$), ($m(13), m(14)$).

Lemma 6. The admissible set of pattern pairs for interaction diagnosis models of MSD(2,3) is defined as: ($m(9), m(7)$), ($m(10), m(7)$), ($m(12), m(7)$), ($m(5), m(11)$), ($m(6), m(11)$), ($m(12), m(11)$), ($m(3), m(13)$), ($m(6), m(13)$), ($m(10), m(13)$), ($m(3), m(14)$), ($m(5), m(14)$), ($m(9), m(14)$).

Lemma 7. Class of interaction diagnosis models includes 25 models.

Complexity of such model analysis depends on the DM of interacted units. The technique and evaluations, based on system syndrome are proposed for typical structures. These evaluations simplify the diagnosis processes and data processing. New generalized class of diagnosis models is proposed which include known diagnosis models (e.g. PMC, BGM models).

References

1. Univ. of California (2009) Eucalyptus [Electronic resource].-Access mode: <http://open.eucalyptus.com>.
2. Cloud computing: principles and paradigms / edited by Rajkumar Buyya, James Broberg, Andrzej Goscinski. - John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2011.- 637 p.
3. Kovalenko A.E. Distributed information systems / Kovalenko A.E.-Kyiv:NTUU «KPI», 2008.-244 p. (In Ukrainian)

TECHNIQUES AND TOOLS FOR VIRTUAL AND REMOTE EXPERIMENTS

Introduction

The question of virtual and remote labs development and integration in common e-learning infrastructure is very popular last years.

Many engineering and science studies, including on material sciences, are based on theoretical knowledge. Engineering students nevertheless also need a lot of practical work/laboratories to acquire the knowledge and skills in procedures they will have to use in their professional career. Since time and other resources are limited to make available real life infrastructure in a classroom teaching environment, the introduction of a remote and virtual lab environment is considered as an efficient tradeoff between the necessity for lab work, and the above mentioned boundary conditions [1].

The blended learning approach shows the most efficient results among different approaches with the usage of e-learning systems. Blended learning is the combination of different methods of learning and teaching.

For the realization of a blended learning environment a multi-disciplinary team needs to be put together: the design and construction of the labs needs a lab specialist, the programming and net-integration needs software engineers and programmers, the use of the tool needs pedagogues. Only a sound cooperation will yield useful results.

Requirements for virtual and remote experiments

Virtual labs are a supporting tool for quick checking of experimental results, for simulated experiments. It is very useful for mass experimenting on a phenomenon at a very low cost. As it is only simulated, it does not offer the same sense of reality as a remote lab, but it gives the student the opportunity to repeat the experiment endlessly. Simulation means software made experiments. Although simulations can be used to overcome the disadvantages of traditional laboratories, any simulation is simply a model of a physical process, which is just an approximation that cannot reproduce every aspect of the real phenomenon. Some of the advantages of virtual laboratories are the availability

¹ 1Prof, Ing, DrSc, Head of the Department of Technology and Information Technologies, Constantine the Philosopher University in Nitra, Slovakia

² International Relations Officer Faculty of Engineering Technology, KU Leuven-campus De Nayer, Belgium

³ PhD, Assoc. Prof. of Software Tools Department ZNTU

of the experiments 24/24h, 7/7 days a week, the low cost of the experiment (only cost is the computer cost, and development cost of the software experiment) and possibility to simulate hazardous experiments. Since it is only virtual (software), no safety precautions have to be taken by the user, nor the provider of the experiment.

Remote labs aims to give students the opportunity to test on (less complicated) infrastructure, still experimenting on real experiments. Students can vary parameters, make choices, observe, measure and analyze as in the real lab. It is in fact a real lab, controlled from a different (distant) place.

Example of an e-learning environment for studying for engineering students

In the faculty of engineering technology of KU Leuven –campus De Nayer the Computer Aided Learning Module (CALM) was developed for supporting students in their study on material sciences. The CALM is a blended learning platform, combining classroom teaching, an e_learning platform, physical, remote and virtual labs. For the 2-point bending test (to determine Young's modulus) a remote laboratory to measure material stiffness and its relation to shape stiffness was constructed, in combination with a virtual lab.

Different techniques are combined: hypertext linked contents, virtual lab (ActionScript) and a remote lab (For the realization was chosen the Spring MVC Framework. The basic logic was realized with java, for visualization were used HTML, CSS, Javascript, JQuery, JSP.) [1].

Conclusion

The requirements for the construction of a virtual lab and remote lab can be clearly divided in 2 categories: the technical requirements and the pedagogical requirements.

The most important question is how to use the lab in the pedagogy of a subject. The use of the lab has an impact on its technical requirements.

For pedagogical purposes the visualization and interactivity of the remote and virtual laboratory are among the most important features. This means the lab should be easy to operate, contain self supporting help, should be visually attractive and should be as fool-proof as is possible.

Developed environmental for the material science courses is an example of multi-disciplinary and multinational team work.

References

1. Arras, P. E-learning environment for the remote study in material properties courses/ Arras, P., Kolot, Y., Tabunshchyk G., Kozik, T. // International Journal of Computing, 12 (3), 233-238.

OPTIMIZATION OF SOME REINSURANCE STRATEGIES

Modern developments of insurance market in Ukraine require from their participants appropriate financial stability that is a corner stone for the future successful cooperation. Taking into consideration existing financial instability of the state as a whole, the solvency indicators for each insurance company represent key criteria for their ability for competition. This is especially true with respect to the situations evolving in sophisticated quickly changing modern environment. To smooth the insurance premiums with respect to the risks accepted by an insurer and to balance this way the insurance portfolio as well as to take into consideration potential financial possibilities of an insurer there exist reinsurance institutes. Practical application of the modern reinsurance strategies increases financial stability of insurance operations and their profitability, shifting a part of risks, accepted for insurance, to other insurers.

To develop a new reinsurance program for selected risks it is necessary to find an optimal solution regarding the form and volumes (sizes) of reinsurance. In other words the problem arises how to take correctly into account appropriate number of influencing factors, such as a model of business, financial stability of an enterprise, its ability to accepting or rejecting arising risks, current market conditions and the possibilities regarding the capability for risk management solutions. As far as the decisions directed towards reinsurance problems solving are closely linked to financial risks, an appropriate problem statement must be formulated as one that minimizes the risks. That is why modern solutions based on mathematical risk and decision theory should involve some innovations into information (data and knowledge) processing and provide a decision maker (DM) with convenient criteria for their usage in the risk management environment.

The search for optimal in various senses insurance strategies is an important direction of research for several decades and it preserves its high

¹ Ph.D., assistant professor at the Cherkassy National University of Technology. E-mail: olga-kozhuhovska@mail.ru

² Doctor of engineering sciences, professor at the Institute for Applied System Analysis at the NTUU «KPI». E-mail: pbidyuke@gmail.com

³ Doctor of engineering sciences, professor at the Cherkassy University of Technology. E-mail: andrejdk@mail.ru

importance as of today. The first studies regarding the optimal reinsurance were directed towards the search of acceptable loss distribution function between insurer and reinsurer. It was shown that stop-loss reinsurance helps to minimize the variance of respective payments and to maximize expected insurance company income comparing to any other form of reinsurance (loss distribution function).

So, the problem statement for this research includes the following: – to select statistical models for appropriate description of the insurance portfolio losses; – to formulate an optimal reinsurance strategy for the portfolio; – to select optimality criteria for solving the optimal reinsurance problem, and to develop decision support system (DSS) for a DM searching for optimal reinsurance strategies.

The use of a collective model supposes that during the time period when external factors (say inflation) are changed slightly. In such situations the losses in a specific insurance portfolio are independent and identically distributed. If the assumptions regarding independence of separate losses are usually fulfilled, the assumption relevant to identical distribution does not look realistic because of substantial divergence of insurance premiums. On the other side the losses in a collective model are considered jointly (as an integrated value) on a definite time interval. This fact allows for taking into consideration that these random values belong to the same sample representing a mixture of different distributions for separate losses.

In the majority of practical cases the most important point is adequacy of mathematical model to the distribution of losses size in the area of large losses because just large losses make noticeable economic influence on respective environment. It is reasonable to perform the model search in the family of distributions that have a scalar parameter and contain together with the distribution $F(x)$ all the distributions of the following type: $F(x|b)$, $b > 0$. This is convenient approach in cases when different types of currency are used. The transition to new currency requires changing the scalar parameter only; all other parameters and the distribution type $f(x)=F'(x)$ remain the same.

A DSS architecture, functional layout and software were developed in C# for solving the problem of searching for the optimal reinsurance strategy. The system proposed will create a handy instrument for a decision maker while searching for acceptable reinsurance form.

THE METHOD OF SCIENTIFIC PAPER AUTOMATIC ABSTRACTING

Automatic abstracting is a creation of summaries of materials, summaries or digests, that is getting of the most important data, from one or from several documents and generation on their basis laconic and informal sated reports. There are two directions of automatic summarization – quasi summarization and a maintenance summary [1].

We will analyse the scientific paper saved as document, which consists of name T , keywords K , author A , main part M , literature L [2]:

$$D = \{T, K, A, M, L\}$$

Defining elements of the document is based on the allocation of such features text: location in the document; location of a paragraph (left, right, centered); type of writing (bold, italic, underline, normal); character recognition.

Based on these characteristics formed the basis of the rules of recognition elements of the document:

id	type	place	paragraph	alpha	symbols
1	title	BEGIN	{Center;Right}	{Bold}	
2	author	BEGIN	{Center; Left}		{By;©: (C) }
3	keyword	BEGIN			{Keyword; Keywords; Ключові слова; Ключевые слова}
4	main	CENTER			
5	literature	END		{Typical, Italic}	

To form essay stand out from the main part of the sentence.

Bulk, in turn, is divided into fragments by divisions and sections, introduced by the authors. It is believed that the sentences that appear in the introduction and conclusion, with higher informative value than a sentence with the middle of text. First of all, we introduce the concept of weight sentence.

The coefficient is defined as the location

¹ Doctor of information technologies, professor, Information Systems and Networks Department, Lviv Polytechnic National University, S. Bandery Str., 12, Lviv, 79013, UKRAINE

² Information Systems and Networks Department, Lviv Polytechnic National University, S. Bandery Str., 12, Lviv, 79013, UKRAINE

$$Location = \frac{1}{n \cdot m},$$

where $n = \overline{1..3}, m = \overline{1..3}$ – the place calls to the main part and paragraph respectively. Begin and end of text or paragraph estimated value of 1, the middle is as 3. Coefficient key phrase is determined by entering the sentence U of elements of a set of significant sentences from A membership function: $Cuephrase = \mu_A(U)$,

$$A = \{ \langle \text{«На закінчення»}, \langle \text{«У підсумку»}, \langle \text{«Отже»} \dots \rangle \}.$$

Index of statistical significance is formed on the basis of visiting sentence keywords specified by the author of the article: $Statterm = \mu_K(U)$.

The value added is defined as the presence of terms related words sentences that appear in the article's headline to the total number of words in a sentence (words) except for words whose length is less than 3 characters: $Addterm = \frac{word}{words}$.

The weight of text block U is:

$$Weight(U) = Location(U) + Cuephrase(U) + Statterm(U) + Addterm(U).$$

So after being allowed to study all the documents necessary to accomplish the following: to exclude a statement that its content has hit the consolidated data repository and perform the final sorting sentences. For the task of bringing to the final ranking factor «information novelty» use the following method:

1. Let we have two sets of sentences $B = \emptyset$ і $A = \{A_i | i = 1, 2, \dots, N\}$, N is count of sentences in text. For every sentence A_i the usefulness $P(i)_i$ set q_i :

$$P(i)_i = q_i, i = 1, 2, \dots, N.$$

2. The sentences from set A sort Descending $P(i)_i$.

3. If A_i has the biggest $P(i)_i$, we take it in B . The usefulness for sentences in A set s $P(i) = P(i) / kq_i$, where $k > 0$ – factor clipping similar sentences.

4. Is A empty? If NOT, go to 1.

References:

1. Brandow R., Mitze, K., AND Rau, L. F. (1995). Automatic condensation of electronic publications by sentence selection. In Information Processing and Management, 31 (5), 675–685.
2. Шаховська Н.Б. Автоматизована система укладання реферату / Н.Б.Шаховська, 3.В. Стахів// Тези 14-ої міжнародній конференції SAIT-2012. - Київ, Україна, Квітень 24, 2012. – С.428

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ

Визначення ефективності інвестиційного проекту є одним з найбільш відповідальних етапів передінвестиційних досліджень. Методи для оцінки економічної ефективності поділяються на динамічні і статичні. Статичні методи не враховують часову складову грошових потоків, що є їх суттєвим недоліком. Динамічні методи враховують фактор часу і відображають найбільш сучасні підходи до оцінки ефективності інвестицій. Вони широко використовуються великими і середніми підприємствами розвинених країн. Застосування цих методів обумовлено також і високим рівнем інфляції.

У статті проаналізовано динамічні методи та оцінка за допомогою теорії нечітких множин.

Чиста поточна вартість. Цей критерій оцінки інвестицій відноситься до групи методів дисконтування грошових потоків. Він заснований на зіставленні величини інвестиційних витрат і загальної суми скоректованих у часі майбутніх грошових надходжень, які генеруються протягом прогнозованого строку.

Метод розрахунку чистої термінальної вартості. Метод розрахунку чистої термінальної вартості зворотний до методу чистої поточної вартості. Критерій NPV(чиста поточна вартість) заснований на приведенні грошового потоку до початку дії проекту, тобто в його основі закладена операція дисконтування. Очевидно, що можна скористатися й зворотною операцією. У цьому випадку елементи грошового потоку будуть приводитися до моменту закінчення проекту.

Індекс рентабельності проекту. Індекс рентабельності показує, скільки грошового потоку доводиться на одиницю передбачуваних первісних витрат. Цей метод є по суті продовженням методу чистої поточної вартості.

Внутрішня норма прибутку інвестицій. Широко використовуваний критерій ефективності інвестицій. Під внутрішньою нормою прибутковості розуміють значення ставки дисконтування, при якому чиста поточна вартість інвестиційного проекту дорівнює нулю.

Модифікована внутрішня норма прибутковості. Метод – це ставка в коефіцієнті дисконтування, що врівноважує припливи й відтоки

¹ Бакалавр комп'ютерних наук, Інженер-програміст ТОВ «Інтерплат»

коштів в проєкті.

Дисконтований термін окупності інвестицій. При врахуванні часового аспекту в розрахунок приймаються дисконтовані грошові потоки. Таким чином, визначається момент, коли дисконтовані грошові потоки доходів зрівняються з дисконтованими грошовими потоками витрат.

Оцінка інвестиційного проєкту за допомогою теорії нечітких множин. *Методи, що базуються на теорії нечітких множин*, відносяться до методів оцінки й прийняття рішень в умовах невизначеності. Їх використання припускає формалізацію вихідних параметрів і критеріїв ефективності інвестиційного проєкту у вигляді вектора інтервальних значень (нечіткий інтервал).

Аналіз розрахунків по різних методах показує, що навіть відносно одного проєкту рішення щодо його прийняття не завжди очевидне, оскільки вибір потрібного критерію може за певних умов допомогти обґрунтувати те або інше рішення. Тому в залежності від ситуації акцент може ставитися на той або інший метод, але найкращим буде комплексний підхід з врахуванням кожного критерію.

Проведений аналіз традиційних *методів оцінки ефективності інвестиційного проєкту в умовах невизначеності* показує, що існуючі *методи*, або видаляють невизначеність із моделі, що неправильно, тому що невизначеність є невід'ємною характеристикою будь-якого прогнозу, або нездатні формально описати, і врахувати всі види невизначеностей.

За допомогою теорії нечітких множин можна одержати оцінку ефективності інвестиційного проєкту як у вигляді точкового значення, так і у вигляді множини інтервальних значень, що дозволяє оцінити інтегральну оцінку можливості отримання негативних результатів від інвестиційного проєкту, тобто ступінь ризику. Нечітко-інтервальний метод не вимагає абсолютно точного задання функцій приналежності, тому що на відміну від ймовірнісних методів, характеризується низькою чутливістю до зміни виду функцій приналежності вихідних нечітких параметрів, що в реальних умовах низької якості вихідної інформації робить застосування даного методу більше ефективним.

Список літератури

1. Аньшин В.М. Інвестиційний аналіз. - 2004. - ст. 181–184.
2. Недосьокін О.О. Застосування теорії нечітких множин до задач управління фінансами[стаття]. - ст. 13-25.

СОЗДАНИЕ УДАЛЕННОЙ ЛАБОРАТОРИИ ПО МЕХАТРОНИКЕ

Одним из современных методов обучения при подготовке специалистов в области мехатроники является организация удаленной лаборатории. Удалённая лаборатория это учебное подразделение с реальным учебно-исследовательским оборудованием с дистанционным доступом к нему по телекоммуникационным каналам. В состав удаленной лаборатории, как правило, входят: мощный веб-сервер, реальная экспериментальная установка, система управления и система сбора данных, а также лицензионное программное обеспечение [1].

Главным звеном системы является экспериментальная установка. Информация о протекающем процессе при помощи датчиков поступает в микропроцессорную систему сбора и обработки данных. Далее информация через интерфейс поступает в компьютер-сервер, а затем по сети интернет данные передаются на компьютер-клиент для отображения на экране в виде показаний и графиков на виртуальных приборах.

В рамках проекта 530278-TEMPUS-1-DE-TEMPUS-JPHES «iCo-op: – Промышленная кооперация и креативная инженерия на основе удаленной инженерии и виртуального инструментария» на кафедре автоматизированных электромеханических систем для реализации удаленной лаборатории приобретено оборудование компании National Instruments (NI). Оборудование обладает следующими преимуществами [2]:

- использование многофункциональной лабораторной станции NI ELVIS II+, которая является базовым решением для применения в практических обучающих курсах по различным дисциплинам;
- возможность добавления практических курсов по новым дисциплинам за счет приобретения новых плат.

Лабораторная станция NI ELVIS II+ (National Instruments Electronic Laboratory Virtual Instrumentation Suite system) используется для решения образовательных задач по системам управления, мехатронике, схемотехнике, телекоммуникации и др.

В комплект станции должно входить программное обеспечение Labview и Circuit Design Suite. Для обеспечения удаленного доступа

¹ к.т.н., проф. кафедры автоматизированных электромеханических систем Национального технического университета «Харьковский политехнический институт»

используется программное обеспечение LabSocket.

С учетом задач кафедры по подготовке специалистов в области мехатроники и автоматизированного электропривода был сделан выбор оборудования для реализации двух удаленных лабораторий. Структурная схема лабораторий выглядит следующим образом (рис. 1).

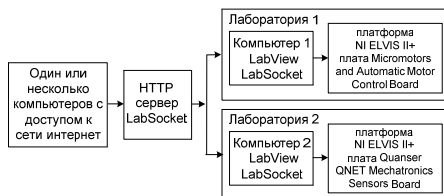


Рисунок 1. Структурная схема удаленной лаборатории

Лаборатория 1 предназначена для изучения автоматических систем управления и электропривода. Все лабораторные работы проводятся на плате с установленными на ней микродвигателями постоянного тока. Лаборатория дает возможность изучать механические, статические и динамические характеристики электропривода [3].

Лаборатория 2 предназначена для изучения принципа работы датчиков мехатронных систем. На макетной плате установлены [4]: потенциометр, пленочный пьезодатчик, тензодатчик, термистор, оптический датчик, энкодер, инфракрасный датчик расстояния, ультразвуковой датчик, магнитный датчик, датчик давления.

Список литературы

1. Принципы создания виртуальных лабораторий в инженерном образовании [Электронный ресурс]: <http://www.labfor.ru>.
2. Комплект виртуальных измерительных приборов для учебных лабораторий NI ELVIS II – руководство пользователя [Электронный ресурс]: <http://russia.ni.com>.
3. Микроприводы – руководство пользователя [Электронный ресурс]: <http://russia.ni.com>.
4. Лабораторный практикум QNET-МЕСНКИТ – руководство для преподавателя [Электронный ресурс]: <http://russia.ni.com>.

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ DEEP LEARNING ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

В настоящее время широкое распространение для обработки данных, распознавания речи, компьютерного зрения и др. задач приобретает технология «глубокого обучения» (Deep Learning), представляющая собой разновидность машинного обучения применительно к специальной архитектуре нейронных сетей [1].

Постановка задачи машинного обучения может быть дана в следующем виде. Пусть задано множество обучающих данных: $(x^{(m)}, y^{(m)})$, $m = \{1, 2, \dots, M\}$, где $x^{(m)} \subset R^d$ – m -й вход; $y^{(m)} = \{0, 1\}$ – m -й выход; M – число обучающих примеров. Тогда необходимо определить функцию $f: x \rightarrow y$, позволяющую правильно предсказывать значение выхода y при новых значениях входов x [1–4].

При «глубоком обучении» вместо непосредственного поиска функции $f: x \rightarrow y$ будем выполнять поиск скрытых особенностей h , которые моделирует вход x , т.е. $x \rightarrow h \rightarrow y$.

Центральным понятием методологии глубокого обучения является автоматизированное открытие абстракций, с предположением о том, что более абстрактные представления данных, такие как изображения, видео- и аудиосигналы, как правило, являются более полезными: они представляют собой смысловое содержание данных, в отрыве от низкоуровневых функциональных возможностей из необработанных данных (пикселей, вокселей или волновых форм) [3–4]. Глубокие архитектуры ведут к абстрактным представлениям, поскольку более абстрактные понятия часто могут быть построены посредством менее абстрактных.

В настоящее время существует несколько архитектур, позволяющих реализовать «глубокое обучение», наиболее распространенными из которых являются:

– Deep Belief Network (DBN) – вероятностная генеративная модель, которая содержит много слоев скрытых переменных, каждый слой

¹ студент, Запорожский национальный технический университет

² канд. техн. наук, доцент, Запорожский национальный технический университет

³ докт. техн. наук, проф., Запорожский национальный технический университет

охватывает корреляции высокого порядка между деятельностью скрытых особенностей в приведенном ниже слое [1];

– Autoencoder – архитектура искусственных нейронных сетей, использующая алгоритм обучения без учителя и метод обратного распространения ошибки чтобы добиться того, что выходной вектор признаков вызывал отклик сети, равный входному вектору, т.е. $y=x$ [3];

– Convolutional neural network (CNN) – специальная архитектура искусственных нейронных сетей, нацеленная на эффективное распознавание изображений. Использует особенности зрительной коры, в которой были открыты так называемые простые клетки, реагирующие на прямые линии под разными углами, и сложные клетки, реакция которых связана с активацией определённого набора простых клеток [2].

Выделяют следующие категории парадигм обучения: 1) глубокие сети для неконтролируемого или порождающего обучения; 2) глубокие сети для обучения с учителем; 3) гибридные глубокие сети.

Результаты проведённого анализа показали, что основными проблемами технологии «глубокого обучения» являются большие затраты времени и вычислительных ресурсов.

Таким образом, существующие проблемы технологии «глубокого обучения» создают необходимость разработки новых методов и моделей, которые позволили бы устранить существующие недостатки.

Для решения данной проблемы предлагается применять жадную послойную предварительную подготовку [1]. Её идея заключается в том, чтобы обучать один слой за один раз, начиная с нижних уровней, так что существует чистый подготовленный объект для текущего добавленного слоя. В результате этой подготовки будем получать новое представление, которое может быть использовано как входные данные для более глубоких слоев, что позволит сократить затраты времени и вычислительных ресурсов.

Перечень ссылок

1. Bengio Y. Greedy layer-wise training of deep networks / [Y. Bengio, P. Lamblin, D. Popovici, H. Larochelle] // *Advances in Neural Information Processing Systems 19 (NIPS'06)*, MIT Press. – 2007. – P. 153–160.
2. Hinton G. E. A fast learning algorithm for deep belief nets / G. E. Hinton, E. Osindero, Y. Teh // *Neural Computation*. – 2006. – Vol. 18. – P. 1527–1554.
3. LeCun Y. Backpropagation applied to handwritten zip code recognition / [Y. LeCun, B. Boser, J.S. Denker et al.]//*Neural Computation*. – 1989. – vol 1, no. 4. – P. 541–551.
4. Salakhutdinov R. Deep Boltzmann machines / R. Salakhutdinov, G. E. Hinton // *Proceedings of The Twelfth International Conference on Artificial Intelligence and Statistics (AISTATS'09)*. – 2009. – vol. 5. – P. 448–455.

МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ БАЗЫ КОРРЕКТИРУЮЩИХ ТЕСТОВ С УЧЕТОМ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Введение. Недостатком большинства существующих методов разработки тестов [1] является то, что они ориентируются на модель предметной области, не учитывая важность предварительной оценки рисков при составлении плана тестирования. Поэтому для проверки корректности данных, имеющих наибольшую актуальность и критичность для функционирования системы, возникает задача разработки метода формирования базы корректирующих тестов для проверки и коррекции информации в интегрированной базе данных (БД), основанного на априорной оценке рисков [1].

Постановка задачи. Для создания метода формирования базы корректирующих тестов, авторами было принято решение ориентироваться на опыт ^{компании} IBM [2], при этом базирясь на применении метода анализа граничных значений [1] для определения значений атрибутов объектов, их критичности и возможных факторов риска. В качестве элементарной единицы для тестирования интегрированных БД было использовано представление вида «атрибут, переменная, функция» $\{d_i, v_{m^k}^i, m^k\}$, где $d_i \in D$, D – множество полей (атрибутов сущностей) БД; $v_{m^k}^i \in V_M$, V_M – множество переменных, используемых в множестве методов M ($m^k \in M$).

Предлагаемый подход. Метод состоит из следующих шагов:

Определение граничных значений для атрибута d_i , и связанной с ним переменной $v_{m^k}^i$; анализ возможности применения данного теста к другим атрибутам и переменным;

Определение экспертами возможных рисков и ошибок, возникающих в результате реализации данных рисков, при работе с d_i и $v_{m^k}^i$; каждый риск априорно оценивается двумя характеристиками: вероятность возникновения p_r^i и влияние (критичность) c_r^i , которые оцениваются экспертами по шкале [0;1].

¹ аспирант ЗНТУ

² к. т. н., доцент кафедры ПС ЗНТУ

Составление автоматического теста, проверяющего соответствие величины d_i или $v_{m^k}^i$ границам, определенным на шаге 1 и определение правил, позволяющих скорректировать данную величину для соответствия его требованиям.

Определение правила изменения предварительной оценки уровня риска в процессе тестирования s_r^i и величины этого изменения $\{a_r^i; e_j\}$, т.е. создается логическое правило вида:

$$if(c \cap c_r^i) \Rightarrow p_r^i = p_r^i + a_r^i / k, \quad (2)$$

где k – количество протестированных записей между возникновениями ошибки e_j .

Выполнение корректирующего теста.

Анализ эффективности разработанного теста, которая оценивается по процентному количеству данных, которые были верно скорректированы к граничным значениям [1].

Данный метод необходимо применить ко всем данным, для которых определены риски и возможные ошибки, с целью написания корректирующих тестов. Каждый тест может быть использован для одной и более переменных (атрибута, метода), каждой переменной (атрибуту, методу) может быть написано один и более проверочных тестов. База тестов должна регулярно пополняться за счет анализа новых, ранее не проанализированных ошибок.

Выводы. Научная новизна представленного метода формирования базы корректирующих тестов заключается в формировании методов тестирования на основании априорного анализа рисков для кортежей БД и методов ИС, а также в возможности корректировать начальную оценку рисков, используя результаты тестирования, что позволяет снизить временные затраты на тестирование за счет формирования тестового покрытия на основании оценки рисков в среднем на 30% по сравнению с существующими методами.

Список литературы

1. Брагина, Т.И. Риск-ориентированный метод тестирования интегрированных баз данных /Т.И. Брагина, Г.В. Табунщик // «Электротехнические и компьютерные системы». – Одесса, 2014. – №13 (89). – С. 223–230.
2. Документация решения Rational для коллективного управления жизненным циклом. Тестирование [Электр. ресурс] / Режим доступа: <http://pic.dhe.ibm.com/infocenter/clmhelp/v4r0/index.jsp?nav=%2F24>

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ОЦІНКА ТОЧНОСТІ РЕКУРЕНТНИХ МЕТОДІВ ОБЧИСЛЕННЯ ДИСКРЕТНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ ФУР'Є ТА ХАРТЛІ В ІНФОРМАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ МАТЛАВ

В основі динамічного спектрального аналізу, який проводиться на ковзних або стрибкових інтервалах вхідного сигналу, лежить використання рекурентних методів обчислення дискретних перетворень Фур'є (ДПФ) і Хартлі (ДПХ), арифметична складність яких значно нижча за складність прямих та швидких методів обчислення дискретних перетворень, оскільки рекурентні методи враховують результати обчислення на попередніх інтервалах вхідного сигналу.

Важливим критерієм вибору методу обчислення є точність обчислення, яку він забезпечує. В працях [1–3], проведений теоретичний аналіз точності рекурентних методів обчислення ДПФ і ДПХ в арифметиці з фіксованою та плаваючою комою. В якості кількісної оцінки точності обчислення отримано вирази визначення середньоквадратичних значень (СКЗ) похибок обчислення перетворень та відношення СКЗ похибок обчислення перетворень до СКЗ перетворень.

Метою даної роботи є проведення експериментальної оцінки точності рекурентних методів обчислення ДПФ і ДПХ в арифметиці з фіксованою та плаваючою комою.

Для цього була застосована інформаційна система Matlab, котра широко використовується в різних наукових і технічних сферах, зокрема в цифровій обробці сигналів, для комп'ютерного моделювання [4], в якій була розроблена програма визначення та побудови графіків СКЗ похибок обчислення перетворень або відношення СКЗ похибок обчислення перетворень до СКЗ перетворень для заданих методів, формату та параметрів обчислення в залежності від розмірів перетворень.

Моделювальна програма включає такі етапи:

1. Введення вхідних даних моделювання: виду рекурентного методу обчислення (метод обчислення ДПФ або ДПХ, метод обчислення зміщеного ДПФ або ДПХ, покращений метод обчислення зміщеного ДПФ або ДПХ), формату обчислення (з фіксованою або плаваючою комою), діапазон даних та точність обчислення (розмір коду даних та дробової або експоненціальної частини даних в бітах), методу округлення проміжних результатів операцій множення та додавання (округлення або усікання).

¹ Кандидат технічних наук, доцент, Вінницький інститут економіки ТНЕУ

2. Генерація вхідного сигналу з рівномірним законом розподілу в діапазоні значень від -1 до 1 у випадку реалізації в форматі з плаваючою комою або від $-1/N$ до $1/N$ у випадку реалізації в форматі з фіксованою комою для усунення можливих переповнень, де N – розмір перетворення.

3. Обчислення перетворення до формату з плаваючою комою з подвійною точністю, яке приймається в якості точного обчислення перетворення, що не містить похибок обчислення.

4. Обчислення перетворення в форматі з фіксованою або плаваючою комою з заданими параметрами обчислення, яке приймається в якості реального обчислення перетворення, що містить похибки обчислення.

5. Визначення похибок обчислення значень перетворення як різниці між реальним та точним обчисленням перетворення.

6. Визначення середнього значення, дисперсії, СКЗ похибки обчислення та відношення СКЗ похибок обчислення перетворення до СКЗ перетворення.

7. Побудова графіків СКЗ похибок обчислення перетворень або відношення СКЗ похибок обчислення перетворень до СКЗ перетворень в залежності від розмірів перетворень.

Отримані результати експериментальної оцінки точності рекурентних методів обчислення ДПФ і ДПХ повністю підтвердили теоретичні результати аналізу точності відповідних методів.

Список літератури

1. Волинець В.І. Аналіз точності рекурентних методів обчислення дискретних перетворень Фур'є та Хартлі в арифметиці з фіксованою комою // Вісник Хмельницького національного університету. – 2006. – № 2. – Т. 1. – С. 171–175.
2. Волинець В.І. Аналіз точності рекурентних методів обчислення дискретних перетворень Фур'є та Хартлі в арифметиці з плаваючою комою // Вісник Тернопільського державного технічного університету. – 2006. – № 4. – Т. 11. – С. 151–160.
3. Волинець В.І. Рекурентні методи обчислення дискретних перетворень Фур'є та Хартлі з підвищеною точністю обчислення в арифметиці з фіксованою комою // Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна. Серія «Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління». – 2010. – № 926. – Вип. 15. – С. 85–92.
4. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – 3-е изд. – СПб: БХВ-Петербург, 2011. – 768 с.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОЦЕСІ ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ПОЖЕЖОГАСІННЯ

Через необхідність виконувати складні розрахунки, пошук та обробку потрібної інформації збільшуються об'єми робіт інженера-проектувальника. Тому існує проблема підвищення продуктивності праці інженерів-проектувальників. Вирішити цю проблему без застосування новітніх комп'ютерних технологій неможливо. У зв'язку з цим була поставлена задача розробки автоматизованої системи проектування систем пожежогасіння.

Згідно нормативної документації, а саме, ГОСТ-12.2.047-86, під установкою пожежогасіння розуміється сукупність стаціонарних технічних засобів для гасіння пожежі за рахунок випуску вогнегасних речовин. У загальному випадку вони поділяються на ручні та автоматичні. Згідно нормативної документації, тип установки пожежогасіння, спосіб гасіння і вогнегасна речовина для кожного конкретного об'єкта визначається ліцензованою організацією – проектувальником з урахуванням пожежної небезпеки та фізико-хімічних властивостей вироблених, збережених та застосовуваних речовин і матеріалів, а також особливостей устаткування та будівельних конструкцій. Крім того, не можна прийняти остаточне рішення про вибір системи пожежогасіння без урахування вартості монтажу пожежної автоматики - електричних систем, керуючих пожежогасінням.

Інформаційні технології в процесі проектування автоматизованих систем пожежогасіння відіграють значну роль. До основних вимог, що пред'являються до технології проектування, належать такі:

- створений проект повинен відповідати вимогам замовника;
- максимальне відображення всіх етапів життєвого циклу проекту;
- забезпечення мінімальних трудових і вартісних витрат на проектування і супровід проекту;
- зростання продуктивності праці проектувальника;
- надійність процесу проектування та експлуатації проекту;
- просте ведення проектної документації.

Всі існуючі програми розрахунків систем пожежогасіння допомагають спростити життя проектанта, вони виконують окремі

¹ Доцент кафедри АПЕПС НТУУ «КПІ», к.т.н.

² Аспірант кафедри АПЕПС НТУУ «КПІ»

розрахунки- окремі етапи проектування, необхідні для створення проекту газового пожежогасіння, але вцілому процес проектування у програмах не відображений.

Існує необхідність розробки інформаційної технології проектування автоматизованої системи газового пожежогасіння, яка буде реалізовувати не окремі складові розрахунки, а всі етапи проектування таких систем.

Основу технології проектування систем автоматизованого газового пожежогасіння становить методологія, яка визначає сутність, основні відмінні технологічні особливості.

Основні завдання проектування:

- надання впливу на поліпшення аналітичної роботи;
- вибір обладнання і отримання результатної інформації;
- створення БД, яка забезпечує оптимальне використання інформації;
- створення нормативно-довідкової інформації.

Інформаційна технологія в проектуванні – це сукупність методів, процесів і програмно-технічних засобів, об'єднаних в технологічний ланцюжок, що забезпечує збір, обробку, зберігання і відображення інформації з метою зниження трудомісткості процесів проектування.

Застосування інформаційних технологій в процесі проектування автоматизованих систем газового пожежогасіння дозволить замкнути на одному проектувальнику виготовлення всієї конструкторської документації по проекту, якою раніше займалися кілька людей, що приведе до значного збільшення швидкості створення проекту. Дозволить уникнути помилок, які пов'язані з неухважністю і поспіхом («людський фактор»). Економія людських ресурсів і економія часу, що витрачається на створення проекту, приведе до зменшення собівартості проекту.

Список літератури

1. ГОСТ 12.2.047-86. ССБТ. Пожарная техника. Термины и определения.
2. Иванов А.О. Теория автоматического керування: Підручник. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет. – 2003. – 250 с.
3. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: Учеб. для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2002.- 336 с.
4. Пальчевський Б.О., Застосування інформаційних технологій для функціонально-модульного проектування технологічного устаткування // Технологічні комплекси № 1,2 (5,6), 2012. – С. 3–14.

ФОРМАЛЬНІ МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ АВТОРА ТЕКСТУ

Ідентифікація автора тексту – це набір методів встановлення автора по приватних особливостях тексту.

Виявлення автора текстового твору на сьогоднішній день ускладнюється тим, що оригінальні твори підлягають суттєвому редагуванню досить обізнаних рерайтерів, які використовують широкий спектр прийомів та засобів для максимальної відмінності відредагованого тексту від оригінального.

Ідентифікація може бути виконана експертними методами, які виконуються професійним лінгвістом-експертом, або формальними методами, які засновані на аналізі обчислюваних характеристик тексту.

Формальні методи визначення автора тексту забезпечують високий ступінь об'єктивності результатів лінгвістичних експертиз, а також використовуються для створення інформаційних систем визначення автора тексту.

Основною проблемою використання формальних методів є саме визначення приватних ознак, причому ці ознаки повинні відповідати декільком умовам: ознака повинна відображати ті характеристики тексту, які автор використовує підсвідомо, зберігати постійне значення для одного автора і мати істотно різні значення для різних авторів.

На сьогоднішній день до таких ознак відносять: підрахунок частоти і природи лексичних, орфографічних, синтаксичних і граматичних помилок; дослідження стилістичних факторів письмової мови (довжина слів, довжина речень; кількість складів, приставок і суфіксів на 100 слів); метод опорних слів, (метод Фоменко) – підрахунок кількості появи союзів, частинок і приводів; метод розділових знаків – підрахунок тільки кількості внутрішніх і зовнішніх розділових знаків; метод слів – підрахунок тільки слів певної довжини; метод речень – підрахунок тільки речень певної довжини; синтаксичний метод – підрахунок розділових знаків, слів і речень певної довжини знаків; комбінований – об'єднання методу Фоменко і синтаксичного методу; підрахунок відсотка зустрічаємості в тексті частин мови – співвідношення дієслів до прикметників, дієслів – до іменників і т. п.; показник TTR (Туре

¹ Старший викладач Національного юридичного університету імені Ярослава Мудрого, Харків, Україна

Token Ratio) – представлення у формі десяткового дробу співвідношення кількості різних слів із загальною кількістю слів в тексті.

У доповіді розглянуті формальні методи, які покладені в основу розробки та функціонування комп'ютерних програм проведення лінгвістичної експертизи: розглянуті метод порівняння гістограм частот слів різної довжини, 'наївний байесовский' (НБА) метод, метод розподілу параметра порівняння кількостей нових слів в суперечливому тексті, метод відносної ентропії, метод стійкості частот, індекс Флеша, FOG-індекс, підхід Колтарда, лінгво-статистичний аналіз неповнозначної лексики, розпізнавання автора тексту з використанням ланцюгів А.А. Маркова, атрибуція Минимальной Условной Сложности Сжатию (МУСС – атрибуція), апарат машини опорних векторів (Support Vector Machines, SVM).

Наведені перспективи розвитку методів визначення авторства, зокрема атрибуція на основі не самих формальних характеристик письмової мови, а на основі їх суб'єктивних образів, які менш мінливі. Психолінгвістичні і математико-статистичні процедури до теперешнього часу достатньо розроблені для того, щоб здійснити цю спробу.

Список літератури

1. Хмелев Д. В. Распознавание автора текста с использованием цепей А. А. Маркова. // Вестник МГУ: Серия 9, Филология. – 2000. – № 2. С. 115 – 126.
2. Баранов А. Введение в прикладную лингвистику: Учебное пособие / А. Н. Баранов – М.: Эдиториал УРСС, 2003. – 360 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕДУР НАВЧАННЯ НЕЙРОКОНТРОЛЕРІВ

Як відомо, об'єкти систем автоматичного керування, наприклад, двигуни, об'єкти хімічної і нафтохімічної промисловості, та інші, здебільшого описуються нелінійними диференціальними рівняннями. На сьогодні досить ґрунтовно досліджені лінійні динамічні об'єкти [1], а до керування нелінійними сьогодні активно залучається апарат теорії нейронних мереж [2], який дозволяє врахувати нелінійності, реалізуючи певні функціональні відображення за допомогою суперпозиції від лінійної комбінації функцій активації. Зокрема, електропривід руки робота, виконавчим механізмом якого є електричний двигун постійного струму з керуванням у колі якоря – це об'єкт, результуюче рівняння руху якого є нелінійним диференціальним рівнянням другого порядку [3]. За таким рівнянням можна однозначно визначити таку конфігурацію входів динамічної нейронної мережі, яка забезпечує відтворення процесу, що відповідає розв'язанню цього рівняння. Структура динамічної нейронної мережі визначається застосуванням до цього рівняння Z-перетворення в різницьевій формі подання, а нелінійні залежності, що входять в структуру цього рівняння, реалізуються введенням елементів з нелінійними функціями активації між входами та виходами схованих шарів динамічної нейронної мережі [4]. Наступним етапом формування нейроконтролера є визначення його вагових коефіцієнтів шляхом навчання нейроконтролера.

Для навчання нейронної мережі доцільніше використовувати градієнтні алгоритми, як такі, що відзначаються високою продуктивністю, а обчислення градієнта здійснювати за алгоритмом оберненого розповсюдження похибки, що легко реалізується програмно з використанням однотипних матричних операцій. Серед алгоритмів навчання нейронних мереж найпродуктивнішим є алгоритм Левенберга-Марквардта. Отримані рівняння для обчислення градієнтів функціоналу похибки за настроюваними параметрами для вихідного і проміжних шарів багатошарової нейронної мережі, дозволяють коригувати вагові коефіцієнти мережі, чим забезпечується збіжність вихідних сигналів еталона й об'єкта керування із заданою похибкою розбіжності.

¹ магістр, аспірант НУ «Львівська політехніка»

² д.т.н., професор НУ «Львівська політехніка»

³ д.т.н., професор НУ «Львівська політехніка»

⁴ к.ф.-м.н., с.н.с. ГАО НАН України

Математична модель еталона – це лінійне диференційне рівняння, що повинно відповідати ряду умов, а саме:

– показник ступеню диференційного рівняння повинен збігатися зі ступенем рівняння динаміки об'єкта;

– значення сталих коефіцієнтів підібрано з умови забезпечення збіжності між вихідними сигналами еталона та об'єкта у статичному режимі;

– значення сталих коефіцієнтів при першій похідній та вільному членові добираються з умови забезпечення бажаного фронту перехідного процесу.

З огляду на можливості покращення швидкодії системи досліджено процедуру навчання з використанням еталонів з різними фронтами перехідного процесу – крутішим (прискорений еталон) та плавнішим (сповільнений еталон), які формувалися коефіцієнтами при першій похідній (швидкості зміни вихідного сигналу) та вільному членові в рівнянні динаміки еталона. А саме: із збільшеними значеннями коефіцієнтів – для прискореного еталона, та із зменшеними значеннями коефіцієнтів для сповільненого еталона.

Навчання проводилось з використанням нейронної моделі об'єкта, нейронної моделі оберненого об'єкта та оберненого еталона. Встановлено, що створення нейронного контролера з використанням нейронної моделі об'єкта дозволяє обійтися без визначення сигналу на виході нейронного контролера, проте через наявність всередині нейронної мережі зворотніх зв'язків її навчання здійснюється з невисокою точністю. Скорочення тривалості навчальної процедури нейронного контролера та підвищення її точності можливе при використанні моделей оберненого об'єкта та оберненого еталона.

Список літератури

1. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного регулювання: Підручник. - Київ: Либідь, 2007.
2. Norgaard M., Ravn O., Poulsen N., Hansen L. Neural Networks for Modelling and Control of Dynamic Systems.- London: Springer, 2000.
3. Neural Network Toolbox Documentation [Online] The MathWorks, inc. <http://www.mathworks.com/help/nnet/index.html>
4. Yuriy Hirnyak, Orest Ivakhiv, Markiyak Nakonechnyi, Taras Repetylo. Control System of Robot Movement / IDAACS'2013. The 7 IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems (IDAACS). Volume 1, September 12–14, 2013, Berlin, Germany, P. 334–337.

МУЛЬТИМЕДИЙНАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ АВИАЦИОННОГО ПЕРСОНАЛА

По мере развития современных технологий, такой вид развлечений, как компьютерные игры, приобретает всё большую популярность. Сейчас в игры играют люди всех возрастов и национальностей, для игр используется множество платформ. Однако, игры могут применяться не только для развлечения. Было создано немало обучающих и развивающих программ на основе игр. Так же, было создано немало тестов для выявления психотипа человека. Но все такие тесты были примитивными и лишь формально напоминали игры. Интерес к ним быстро пропал, а слишком явная тестовая форма приводила к тому, люди подсознательно старались выставить себя в лучшем свете. Но, тем не менее, тестирование необходимо в разных сферах. При выборе будущей профессии, при поступлении, при устройстве на работу и во многих других ситуациях. Работодателям такое тестирование даёт понять, насколько ценный для коллектива сотрудник перед ними, готовы ли они к повышению, насколько они стрессоустойчивы[1].

В Украине это направление практически не развито и для тестирования, в основном, применяются устаревшие методики. Преимущественно используются старые классические тесты, но некоторые крупные фирмы уже начали переходить на тесты нового образца, которые, хоть и являются более действенными, по сути своей не сильно изменились. Они представляют большое описание какой-либо ситуации и следующую за ним серию вопросов на время. И не смотря на довольно высокую точность результата, такой вид тестирования имеет те же недостатки, что и классические, и подходит всем людям из-за того, что время их ответа ограничено.

Разрабатываемая на кафедре программной инженерии

¹старший преподаватель кафедры инженерии программного обеспечения (ИПО) Национального авиационного университета (НАУ)

²к.т.н, доцент кафедры ИПО НАУ

³студент 4-го курса кафедры ИПО НАУ

⁴студент 4-го курса кафедры ИПО НАУ

⁵студент 4-го курса кафедры ИПО НАУ

Национального авиационного университета система тестирования создаётся на основе набирающего популярность жанра визуальных новелл. Визуальные новеллы – это особый вид компьютерных игр, которые представляют из себя связанное повествование, книгу, имеющую полное графическое (чаще всего статическое) и звуковое сопровождение, а так же элементы интерактива, когда игрок выбирает в определённый момент действие главного героя. Другими словами, игрок просто сидит, читает текст, на фоне которого изображено место действия и действующие лица, слушает приятную музыку и по мере развития сюжета выбирает различные пути его развития. Тестирование будет проводиться неявно, игрок даже и не подозревает о том, что его оценивают. Наличие сюжета и большого количества выборов обеспечивает заинтересованность в игре, что позволит делать более длинные и подробные тесты. Каждый выбор, сделанный игроком, анализируется с помощью базы правил и результат заносится в базу знаний[2]. Таким образом на основе принятых решений можно определить психотип человека, узнать, есть ли у него явные или скрытые лидерские качества, сможет ли он работать в команде, является ли он стрессоустойчивыми готов ли принимать на себя ответственность за решения[3]. В то же время сюжет повествования изменится в зависимости от выбора игрока. Такой подход позволяет не только накапливать знания о принимаемых решениях в разных ситуациях, но и продемонстрирует игроку результат его выбора сразу же. Чем больше игроков пройдёт каждый тест-игру, тем выше будет точность прогнозирования действий игрока.

Перечень ссылок

- 1.Ежкова И.В. Можно ли построить универсальную экспертную систему? // Программные продукты и системы. – 1991. – № 2.
- 2.Gavrilov A.V. The methods of combination of logical and associative processes in expert systems. / Int. Conf. SC'96. – Kazan,1996. –P.84–86.
- 3.Malkhazov A., CherednichenkoYu.The realizationspecialties of computer technologies in psychophysio-logical researches in aviation. / Proceedings of theSecond World Congress «Aviation in the XX-st century» «Safety in aviation». – Kiev, NAU. – 2005.– P. 6.43–6.47.

ЗАСОБИ GOOGLE ДЛЯ БІЗНЕСУ В INTERNET

Кількість веб-сайтів збільшується кожного дня. Вони використовуються для ведення бізнесу, для розповсюдження реклами, як візитки та портфоліо, для звичайного спілкування між друзями та рідними. Все більше надається можливостей для створення веб-сайтів користувачами, які не є програмістами.

Крім дуже відомих сервісів – електронна пошта, пошук та перекладач, Google пропонує ряд сервісів та послуг для різних потреб. Більшість з них – веб-застосунки, що вимагають від користувача тільки наявності браузеру, в якому вони працюють, і інтернет-підключення. Переваги сервісів та послуг Google – наявність централізованого сховища даних і продуманий інтерфейс. Далі представлені найбільш затребувані з них.

Сервіс Google Sites дозволяє швидко створити власний сайт навіть тим, хто не розуміється на веб-дизайні. Google Sites – це:

- великий вибір шаблонів і налаштувань;
- величезні можливості з організації контенту;
- широкий вибір форматів: від простих веб-сторінок до дошок оголошень і файлових сховищ;
- можливість створити єдиний ресурс для зберігання веб-контенту і файлів;
- гнучке налаштування доступу до контенту;
- пошукові технології Google.

За допомогою автоматично наданих гаджетів можна з легкістю розмішувати на сайті мультимедійний вміст, вбудовувати календарі або списки справ.

Після створення сайту можна зробити його загальнодоступним та використовувати для ведення бізнесу або відкрити до нього доступ лише для певних друзів, членів сім'ї і колег.

Вlogger – сервіс для ведення блогів. Blogger дозволяє вибрати, буде блог перебувати на серверах даного сервісу, або автоматично переміщатися на хостинг власника блогу за допомогою FTP або SFTP. У першому випадку можна також вибрати варіант з використанням власного доменного імені користувача. Дизайн блогу можна налаштувати за допомогою шаблонів. Також можна додавати гаджети, наприклад слайд-

¹ ст. викладач кафедри ПЗ, ЗНТУ

шоу, опитування користувачів і рекламу AdSense.

Також є можливість додавання зображень, відео та гаджетів, що надаються. Блог за вибором власника може бути загальнодоступним, або доступним окремим читачам.

Саме для ведення бізнесу в Internet широко використовуються наступні сервіси.

Google AdWords – сервіс контекстної реклами, який працює з ключовими словами. Він призначений для показу реклами в Internet, що допоможе залучити нових клієнтів і наростити продажі. Є можливість вибору місця показу реклами, виділеного на неї бюджету, вимірювання ефективності оголошень. AdWords допомагає звертатися до користувачів, коли вони шукають слова чи фрази (ключові слова) або переглядають веб – сайти, що мають відношення до обраної сфери бізнесу. Реклама замовника може з'являтися на сайтах компанії Google та її партнерів. Оголошення відображаються поруч з відповідним контентом.

Google AdSense – сервіс контекстної реклами, що дозволяє заробити власникам сторінок з великою відвідуваністю. Програма Google AdSense відрізняється від Google AdWords тим, що здійснює показ оголошень Google AdWords на окремих веб-сайтах. Потім Google платить веб-видавцям за оголошення, які відображаються на їх сайтах, на основі кількості здійснених кліків або показів оголошень, залежно від їх типу.

Google Webmaster Tool і Google Analytics – сервіси оптимізації сайтів. Завдяки Google Webmaster Tools користувач може відслідковувати появу сторінок свого сайту в індексі пошукової системи, бачити наявність посилань на свої сторінки з інших ресурсів, аналізувати помилки доступу до сторінок, з якими зіткнувся робот пошукової системи при індексації сайту, тестувати директиви robots.txt для доступу до сайту різних роботів, керувати швидкістю доступу роботів до сайту та ін. А Google Analytics – це сервіс ведення статистики відвідувань веб-сайтів від компанії Google. Сервіс дозволяє оцінити трафік веб-сайту та ефективність різноманітних маркетингових заходів. За допомогою цього сервісу можна дізнатися географію відвідувачів сайту. Також забезпечуються розширені можливості аналізу даних, у тому числі їх відображення у вигляді зручних графіків.

Представлено далеко не повний перелік сервісів Google, які допомагають користувачам розширити свої можливості використання Internet. Сервіси мають розділ «Довідка», що надає можливості їх використання користувачами, які не знайомі (мало знайомі) з веб-дизайном чи програмуванням.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЖЕСТКИХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ МЕТОДОВ ТИПА БИККАРТА

Любая физическая система, которая моделируется обыкновенными дифференциальными уравнениями и имеет физические компоненты с сильно различающимися временными константами, приводит к жесткой задаче [1]. Появившаяся возможность использования параллельных компьютеров породила насущную необходимость в эффективных методах, ориентированных на решение задач со специальными свойствами: жестких, плохообусловленных, быстроосциллирующих. Если ранее математические модели, описывающие динамику таких систем, учитывали только наиболее существенные факторы, то с появлением и распространением параллельных компьютеров появилась возможность существенно ускорить процесс получения результатов, а, значит, создавать более сложные модели, позволяющие повысить точность решения за счет учета дополнительных факторов, что, в свою очередь, привело к существенному повышению размерности систем уравнений, описывающих физические процессы. Таким образом, сложность задач, встречающихся на практике, приводит к возрастающим требованиям к вычислительным алгоритмам, что обуславливает актуальность создания эффективных параллельных численных методов моделирования жестких динамических систем.

Разрабатываемые методы могут быть ориентированы на повышение порядка аппроксимации путем добавления в расчетную схему новых стадий или введения дополнительных старших производных. Еще одним из направлений разработки является развитие теории блочных методов, где основная идея заключается в одновременном вычислении множества расчетных значений в блоке. При этом блочные методы могут быть построены по одно- и многошаговым шаблонам [2], также могут содержать производные высоких порядков [3] и позволяют вводить в процесс моделирования эффективные процедуры управления шагом [4]. В данной работе для решения задачи Коши

$$x' = f(t, x(t)), \quad x(t_0) = x_0 \quad (1)$$

предлагается построение параллельных многоточечных блочных методов типа Биккарта (2) с числом расчетных точек s и опорных m

$$\frac{1}{\tau} \sum_{j=l-m}^s a_{i,j} u_{n,j} = f_{n,i}, \quad i = \overline{1, s}, \quad n = 1, 2, \dots, \quad (2)$$

¹ Д.т.н., профессор, Донецкий национальный технический университет

Коэффициенты разностных уравнений (2) определяются исходя из соотношений, описывающих общие многошаговые блочные методы [2] или интегро – интерполяционным методом. В этом случае строится интерполяционный многочлен $Q_{m+s-1}(t)$ с узлами интерполяции $t_{n,j-m}$ и соответствующим им значениям сеточной функции $u_{n,j}, j = \overline{1-m, s}$. Определяя производные полученного интерполяционного многочлена в узлах сетки $t_{n,i}, i = \overline{1, s}$ и приравнивая их соответствующим значениям правой части дифференциального уравнения, выводятся разностные уравнения для блока. Наивысший порядок аппроксимации многошаговых разностных методов дифференцирования типа Биккарта, рассматриваемых как частный вид общих многошаговых методов составляет $O(\tau^{m+s-1})$.

Используя изложенный выше подход, можно сформировать каноническую систему разностных уравнений для любых значений параметров m и s , т.е. для произвольного числа расчетных и опорных точек. В работе доказана устойчивость разработанных методов по начальным данным и по правой части. Управление шагом осуществлялось за счет использования параллельного просчета в пределах одного цикла значений всех точек блоков. Такой подход позволил продвигаться сразу на s или на $s+1$ расчетную точку в зависимости от нормированных величин расхождений, полученных при формировании очередного блока. Параллельная реализация выполнялась на плохообусловленных, быстроосциллирующих, жестких задачах большой размерности. Полученные характеристики параллелизма свидетельствуют о высоких коэффициентах ускорения и эффективности, а разработанные параллельные методы типа Биккарта со встроенными процедурами управления шагом позволяют получать решение с заданной точностью.

Перечень ссылок

1. Деккер К., Вервер Я. Устойчивость методов Рунге-Кутты для жестких нелинейных дифференциальных уравнений. – М.: Мир, 1988. – 295 с.
2. Дмитрієва О.А. Паралельні різницеві методи розв'язання задачі Коші - Донецьк: ДонНТУ, 2011. – 265 с.
3. Дмитриева О.А. О введении производных высших порядков в параллельные коллокационные методы решения задачи Коши // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія «САІТ» – Донецьк: ДонНТУ.–2012. - №1(2) - 2(3). - С. 69–74.
4. Дмитриева О.А. Управление шагом интегрирования при параллельной реализации обобщенных коллокационных блочных методов // Радіоелектронні і комп'ютерні системи, 2014, № 5 (69) – С. 119–123.

АЛГОРИТМ ПОБУДОВИ ТЕСТОВОЇ МОДЕЛІ ПОВЕДІНКИ ПРОГРАМНИХ ОБ'ЄКТІВ СИСТЕМИ КОМПРЕСІЇ ЗОБРАЖЕНЬ

В сучасних інформаційно-телекомунікаційних системах циркулюють величезні обсяги даних, лівова частка яких – графічні. Їх обсяги постійно зростають. Саме тому на сьогодні все гостріше постає проблема розроблення й впровадження програмних систем компресії цифрових зображень (СКЗ). Адже час доставки стиснених даних та ступінь стиснення є прямо пропорційними величинами, а ступінь стиснення є прямо пропорційним дисперсії часу доставки стиснених даних [1].

Найперспективнішим підходом до обробки зображень є використання математичних перетворень, які володіють високими компресійними властивостями. Одним з них є дискретне перетворення Хартлі [2]. Програмне забезпечення (ПЗ) СКЗ [3] на основі вказаного ортогонального перетворення є багатокомпонентним і складним, повинне відповідати ряду жорстких вимог щодо надійності, гнучкості, високопродуктивності, а також можливості вдосконалення, масштабування, нарощування функціональності тощо. Тож, для комплексного врахування вказаних властивостей і характеристик слід застосувати об'єктно-орієнтовану технологію проектування й розроблення ПЗ СКЗ. Проте навіть це не забезпечує виявлення і, відповідно, усунення системних й алгоритмічних помилок, більшість яких виникає ще на етапі проектування програмної системи [3]. Адже істотна надлишковість ПЗ, яке розробляється, та великий об'єм даних, які циркулюють між його елементами, визначають істотне ускладнення структур програмних об'єктів (ПО) ПЗ та їх взаємодії.

Таким чином, з метою виявлення алгоритмічних і системних помилок на етапі проектування об'єктно-орієнтованого ПЗ СКЗ слід здійснити тестування проектних моделей, а також моделей поведінки ПО. Ці моделі описують взаємодію ПО з погляду функціонування ПЗ. При цьому трасування тестів слід здійснювати не на проектних моделях, а на відповідних їм тестових моделях, які дозволяють моделювати процес взаємодії програмних об'єктів ПЗ СКЗ в динаміці їх використання [4].

Отже, комплексне представлення процесу автоматизованої

¹ викладач кафедри програмного забезпечення Кіровоградського національного технічного університету.

побудови й тестування моделей об'єктно-орієнтованого ПЗ СКЗ на стадії його проектування є актуальною задачею. Її розв'язання можливо досягти за допомогою тестових моделей поведінки програмних об'єктів.

Побудова тестових моделей поведінки ПО (ТМПО) під час тестування об'єктно-орієнтованого ПЗ СКЗ на стадії його проектування здійснюється на основі методів синтезу моделей станів ПО [4] та синтезу тестових структур взаємодії ПО [5]. Алгоритм побудови ТМПО є наступним: 1) будуються моделі послідовностей повідомлень ПО; 2) будуються логічні та тестові моделі станів ПО; 3) будуються логічні й тестові моделі діяльностей класів ПО; 4) моделі послідовностей перетворюються у моделі кооперації ПО; 5) синтезуються тестові структури взаємодії ПО. Результатом виконання алгоритму є синтезована ТМПО ПЗ, яке розробляється на основі об'єктно-орієнтованої технології.

Синтезована за допомогою наведеного алгоритму ТМПО є основою для комплексного тестування динамічної компоненти комплексної моделі об'єктно-орієнтованого програмного забезпечення. Застосування синтезованих тестових моделей забезпечує виявлення алгоритмічних та системних помилок у ПЗ ще на стадії проектування програмної системи. Завдяки автоматизації побудови логічних і тестових моделей поведінки ПО, можливо досягти істотного скорочення тривалості й зменшення трудомісткості проектування об'єктно-орієнтованого ПЗ СКЗ.

Список літератури

1. Смірнов О.А. Дослідження впливу ступеня стиснення зображень на оперативність їх доставки у телекомунікаційній системі / Смірнов О.А., Дреєв О.М., Доренський О.П. // Системи обробки інформації. – 2013. – № 8(115). – С. 234–239.
2. Bracewell R.N. The Hartley Transform / R.N. Bracewell. – New York: Oxford Univ. Press, 1986. – 175 p.
3. Dorensky O. Design and development of software for digital image compression based on discrete hartley transform / Dorensky Oleksandr, Meleshko Elisaveta, Smirnov Sergii // Ninth International Scientific-Practical Conference «IES – 2014», Vinnytsia, Ukraine. – 2014. – (Препринт / ВНТУ).
4. Dorensky O. Method of the models' synthesis for software automated system objects' states in digital images processing/O. Dorensky//Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. – 2014. – Вип. 27. – С. 283–292.
5. Доренський О.П. Метод синтезу тестових структур взаємодії програмних об'єктів під час проектування ПЗ на основі об'єктно-орієнтованої технології / О.П. Доренський // Системи управління, навігації і зв'язку. – 2014. – Вип. 3(27). – (Препринт / ЦНДІ НіУ).

ПРИМЕНЕНИЕ ФИЛЬТРОВ ГАБОРА К ЗАДАЧЕ ВЫДЕЛЕНИЯ КОНТУРОВ ИГРОКОВ НА ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИИ

Ключевую роль в автоматическом послематчевом анализе играет распознавание образов игроков и мяча на видеоизображении. Общий алгоритм распознавания включает следующие этапы [1, 2]:

- фильтрация, в процессе которой происходит удаление помех и выделение наиболее значимых точек изображения;
- логическая обработка, включающая контурный анализ, морфологический анализ либо анализ по устойчивым признакам;
- обучение системы автоматического детектирования объектов в видеопотоке.

Фильтры Габора (рис. 1) принадлежат к семейству полосовых фильтров. Полосовые фильтры способны выявить диапазон частот сигнала в определенном промежутке и направлении, их широко используют для определения контуров на изображениях.

Импульсная переходная характеристика фильтра Габора определяется в виде произведения гауссовой функции на гармоническую:

$$Gabor(x, y, \lambda, \theta, \psi, \sigma, \gamma) = \exp\left(-\frac{x'^2 + y'^2}{2\sigma^2}\right),$$

где $-x' = x \cos\theta + y \sin\theta$, $y' = -x \sin\theta + y \cos\theta$, λ – длина волны множителя-косинусы, θ – определяет ориентацию нормали параллельных полос функции Габора в градусах, ψ – сдвиг фаз в градусах, γ – коэффициент сжатия, характеризующий эллиптичность функции Габора.

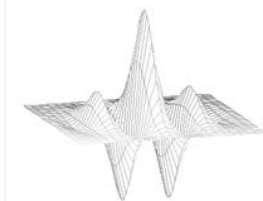


Рисунок 1. Пример двумерного фильтра Габора

Обработка изображения фильтром Габора достигается путем усреднения значений обрабатываемого изображения по некоторой области в каждой точке.

Далее к результатам фильтрации необходимо применять различные

методы анализа изображений. На рис. 2 представлено оконтуривание алгоритмом Фримена [3] изображения, отфильтрованного фильтром Габора, для выделения на исходном изображении расположения игроков.



Рисунок 2. Обнаружение игроков на исходном изображении

Перечень ссылок

1. Jong-Yun Kim. Soccer Ball Tracking using Dynamic Kalman Filter with Velocity Control / Jong-Yun Kim, Tae-Yong Kim // Sixth International Conference on Computer Graphics, Imaging and Visualization, 11–14 Aug. – Tianjin, China, 2009. – P. 367 – 374.
2. M. M. Naushad Ali. An Efficient Algorithm for Detection of Soccer Ball and Players [Электронный ресурс] / M. M. Naushad Ali, M. Abdullah-A1-Wadud – Department of Industrial and Management Engineering Hankuk University of Foreign Studies, 2012. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.scribd.com/doc/229768789/Detecting-Soccer-Ball-and-Players>.
3. А. Кермани Коланкех. Нахождение параметров и удаление постоянной составляющей фильтрами Габора для обработки изображений / А. Кермани Коланкех, В.Г. Спицын, Ф. Хамкер // Известия Томского политехнического университета. – Томск. - 2011 г.– Т. 318, №5. – С. 57–59.

МЕТОДИ КОМПЛЕКСНОГО ОЦІНЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВЕЙВЛЕТ-ПЕРЕТВОРЕННЯ НЕСТАЦІОНАРНИХ СИГНАЛІВ

Задача аналізу нестационарних сигналів актуальна при дослідженні об'єктів різної природи: при аналізі фінансових ринків та ринків сировини, біологічних, фізичних, технологічних процесів [1–4]. Більшість нестационарних сигналів мають складні частотно-часові характеристики. Як правило, ці сигнали складаються з близьких за часом високочастотних компонентів та довгострокових низькочастотних компонентів. Для аналізу нестационарних сигналів потрібен метод, який забезпечить добру роздільну здатність за частотою та за часом.

На сьогодні більшість методів аналізу, що застосовуються при діагностуванні складних сигналів, використовує засоби перетворення Фур'є. Однак цей математичний апарат має низку недоліків при аналізі нестационарних сигналів. Вейвлет-перетворення стає потужною альтернативою перетворенню Фур'є. Використання цього сучасного механізму обробки даних дозволяє покращити процес аналізу нестационарних сигналів.

В даний час закордонні фірми по розробці інформаційних технологій інтелектуального аналізу даних для управління складними об'єктами різної природи «Council Of Scientific & Industrial Research» (США), «Cardio Digital Limited» (Великобританія), «Agilent Technologies» (США), «ArgusSoft» (США), «Anritsu» (Японія), «Yokogawa» (Японія) під час застосування математичного апарату вейвлет-перетворення визначають материнський вейвлет згідно окремої задачі, але цей вибір нічим ні обґрунтований, має випадковий характер і спирається лише на думку самого дослідника. Тому, саме обґрунтований вибір вейвлету для рішення задач різного роду з використанням вейвлет-перетворення є актуальною задачею. Також, не існує обґрунтованого підходу щодо визначення оптимального рівня розкладання для розділення сигналу складної форми на незалежні складові. Крім того, залишається невирішеним ряд завдань, пов'язаних з визначенням параметрів самого вейвлет-перетворення при дослідженні об'єктів різної природи.

У зв'язку із цим актуальною науково-технічною проблемою слід вважати розробку сукупності ефективних взаємопов'язаних методів

¹ к.т.н., зав. каф. Програмних засобів ЗНТУ

² аспірант каф. Програмних засобів ЗНТУ

комплексного оцінювання параметрів вейвлет-перетворення нестационарних сигналів.

Метою наукових досліджень, що виконуються на кафедрі Програмних Засобів ЗНТУ є розробка математичного, алгоритмічного та програмного забезпечення для управління складними об'єктами з використанням вейвлет-аналізу.

Для досягнення поставленої мети розв'язуються наступні завдання:

- аналіз існуючих методів вейвлет-перетворення нестационарних сигналів;

- розробка методів оптимальної фільтрації нестационарних сигналів від шумів (високочастотних компонентів сигналу) без втрати інформації;

- розробка методів знаходження материнського вейвлету при виконанні вейвлет-перетворення;

- розробка методів оптимального розділення сигналу складної форми на незалежні складові за допомоги математичного апарату вейвлет-перетворення та теорії інформації;

- розробка методів аналізу амплітудно-частотної характеристики вейвлету;

- дослідження розроблених методів та алгоритмів для досліджень об'єктів різної природи з метою покращення точності, швидкості та достовірності діагностики та прогнозування.

Вирішення проблеми комплексного оцінювання параметрів вейвлет-перетворення нестационарних сигналів дозволить покращити процес вейвлет-аналізу нестационарних сигналів.

Список літератури

1. Zhehe Y., Deqing M. On-line chatter detection and identification based on wavelet and support vector machine / Y. Zhehe, M. Deqing // *Journal of Materials Processing Technology*. – 2010. – Vol. 210. – P. 713–719.
2. Alekhin M. Evaluation of sleep disordered breathing using non-contact remote biolocalization method / M. Alekhin, L. Anishchenko, A. Zhuravlev, S. Ivashov, L. Korostovtseva, Y. Sviryaev // *Sleep Medicine*. – 2013. – Vol. 14. – P. 58–63.
3. Silva E. Forecasting oil price trends using wavelets and hidden Markov models / E. Silva, L. Legeya, E. Silvab // *Energy Economics*. – 2010. – Vol. 32. – P. 1507–1519.
4. Dubrovin V. Processing of ECG Signals Based on Wavelet Transformation / V. Dubrovin, J. Tverdohleba // *International Journal of Advanced Science and Technology*. – 2011. – Vol.30. – P.73–81.

ВИБІР МАТЕРИНСЬКОГО ВЕЙВЛЕТУ ПРИ ВИКОНАННІ ВЕЙВЛЕТ-ПЕРЕТВОРЕННЯ

Відомий спосіб проектування материнського вейвлету [1] за допомогою фільтра, який представлено двома фільтрами нижніх частот. По кореляційним характеристикам сигналу визначають оптимальний вейвлет-базис. Недоліком даного способу є те, що він використовує значення кореляційної функції сигналу, не розглядаючи інформацію про результат вейвлет-перетворення та про сам вейвлет-базис.

Одним з способів візуального зображення частотних характеристик сигналу [2] є відображення мінімальної та максимальної амплітуд в окремі моменти часу. Недоліком даного способу є неповне зображення спектру вейвлету.

Відомо спосіб аналізу вейвлету за допомоги побудови його АЧХ [3]. АЧХ вейвлету будується як відношення середньо квадратичних відхилень сигналу при прямому та зворотному вейвлет-перетворенні на основному діапазоні частот сигналу. В якості сигналу застосовується синусоїда з певними параметрами. Недоліками даного способу є те, що його можна використати тільки для синусоїдального сигналу; спосіб потребує зворотного вейвлет-перетворення, а тому його можна застосувати тільки для ортогональних вейвлетів, які мають скейлінг-функцію.

Авторами вирішена задача створення способу дослідження АЧХ вейвлету, який можна застосувати для будь-якого сигналу та будь-якого вейвлету, за яким можна визначати оптимальний вейвлет-базис [4].

Поставлена задача досягається тим, що будується АЧХ вейвлета при прямому вейвлет-перетворенні на основному діапазоні частот сигналу (рис.). В якості сигналу можуть бути використані будь-які сигнали. При побудові АЧХ визначають середньо квадратичні відхилення коефіцієнтів при прямому вейвлет-перетворенні та початковому сигналах. Визначення оптимального вейвлету здійснюють при мінімізації наступних параметрів АЧХ вейвлету: ширина полоси пропускання головного пелюстка, площа бокових пелюстків, близькість центральної частоти головного пелюстка до частоти початкового сигналу.

Саме використання середньо квадратичних відхилень коефіцієнтів

¹ к.т.н., зав. каф. Програмних засобів ЗНТУ

² аспірант каф. Програмних засобів ЗНТУ

при прямому вейвлет-перетворенні сигналу і початковому сигналі, та мінімізація зазначених вище параметрів АЧХ вейвлету, дозволяє будувати АЧХ будь-якого вейвлету без виконання зворотного вейвлет-перетворення та визначати оптимальний вейвлет-базис.

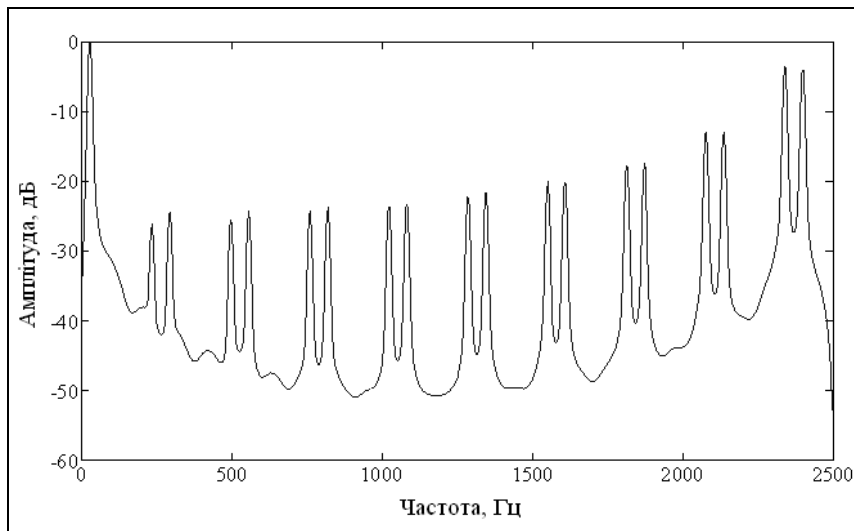


Рисунок. Приклад побудови АЧХ вейвлету Морле

Список літератури

1. Pat. 6108609 USA, Int. Cl. G 06 K 9/36. Graphical system and method for designing a mother wavelet [Electronic resource] / S. Qian, Q. Yang (Austin, Texas); filed 30.07.1997; date of patent 22.08.2000. – Access mode: <https://www.google.com/patents/US6108609>.
2. Pat. 2516536 JP, Int. Cl. G 01 R 23/16. Method of displaying signal characteristics [Electronic resource] / T. Songu (JP); filed 11.09.1992; date of patent 30.04.1996. – Access mode: <http://www19.ipdl.inpit.go.jp/PA1/cgi-bin/PA1DETAIL>.
3. Шитов А.Б. Разработка численных методов и программ, связанных с применением вейвлет-анализа для моделирования и обработки экспериментальных данных [Текст]: автореф. дис. на соискания науч. степени канд. техн. наук: 05.13.18 / Шитов Андрей Борисович. – Иваново, 2001. – 20 с.
4. Пат. 90102 Україна, МПК6 G01R 23/16. Спосіб визначення оптимального вейвлету для аналізу сигналів на основі дослідження його амплітудно-частотної характеристики [Текст] / В.І. Дубровін, Ю.В. Твердохліб; заявник и патентовласник: Запорізький національний технічний університет. - заявл. 20.12.13; опубл. 12.05.14, Бюл. №9.,3с.

ОБОБЩЕННАЯ СХЕМА ОБСЛУЖИВАНИЯ ЗАДАНИЯ В РАСПРЕДЕЛЁННОЙ СРЕДЕ

Проведены исследования большого числа существующих методов и алгоритмов систем обслуживания пользовательских заданий в распределенных системах. В результате рассмотрения существующих систем работы с распределенными ресурсами была предложена обобщенная схема обслуживания пользовательского задания, учитывающая различные средства для эффективного выполнения заданий, а также получения выгоды для владельцев ресурсов. Система обслуживания выполняет распределение поступающих к ней заданий по ресурсам с учетом данных ресурсного запроса. Предлагается централизованная схема обслуживания, так как в ограниченных масштабах централизованная схема дает более широкие возможности и, обладая полной информацией, может осуществлять эффективное планирование. В аспекте разделения ресурсов между пользователями стратегией планирования выбрано приоритетное обслуживание заданий, что также обуславливает выбор централизованной архитектуры с общей очередью заданий.

Задания доставляются на вычислительные ресурсы непосредственно перед запланированным запуском, ожидая в специальной очереди заданий. Так как доставка необходимых файлов занимает определенное время, то пересылка осуществляется с неким упреждением, достаточным для доставки необходимых входных файлов. Упреждение основывается на механизме прогнозирования освобождения/занятия ресурсов. Очередность распределения заданий по ресурсам производится в зависимости от приоритетов.

Был выбран механизм приоритетов, являющийся комбинацией фиксированного и динамического приоритета. Данный механизм позволяет избежать бесконечного ожидания некоторым заданием в очереди момента запуска на выполнение, а также учесть предыдущую историю взаимоотношений с данным пользователем назначив начальный приоритет заданию, исходя из характеристик пользователя, направившего задание. В нашем случае возможно прерывание подзадания, но не в случае прихода более приоритетного задания. После отправки на выполнение задание уже не прерывается более приоритетным, и нет

¹ ассистент каф. КСС ЗНТУ

необходимости заново рассчитывать приоритет. У прерванного подзадания будет наибольший приоритет. При этом предусмотрен механизм миграции прерывающегося подзадания. То есть необходимо вначале запустить прерванное подзадание, а уже потом запускать новые задания из очереди.

За принятие решения о необходимости миграции какого-либо запущенного подзадания отвечает система миграции подзаданий на основании полученной информации мониторингов состояния ресурсов и выполнения заданий. Системы мониторинга необходимы для получения представления о состоянии системы для принятия управленческих решений. Выполнение подзадания возобновляется с последней сохраненной контрольной точки.

Возможные причины миграции подзаданий, а также условия, при которых может происходить миграция:

1) так как ресурсы не отчуждаются от собственника и могут одновременно использоваться как рабочие станции, то в случае если владельцу необходимо монопольно занять ресурс для своих нужд, возникает необходимость мигрировать уже выполняющееся на данном ресурсе подзадание;

2) в случае выхода из строя ресурса, запущенное на нём подзадание вынуждено будет мигрировать, с последующим возобновлением на другом ресурсе с контрольной точки;

3) если миграция позволит получить большую прибыль за счет освобождения данного ресурса, и будут выполнены условия по времени для уже запущенного задания;

4) если преждевременно освободятся более производительные ресурсы, и во избежание их простоя, будет осуществлена миграция, которая позволит получить выигрыш по времени для задания в рамках предложенной платы.

Предложенная модель поддерживает полный цикл обработки пользовательских заданий. Оценку эффективности модели предлагается рассмотреть с позиции методов теории вероятности. Для этого выделены состояния процесса обслуживания пользовательского задания и определены возможные переходы между этими состояниями, которые могут быть описаны с помощью матрицы переходов. Процесс обслуживания пользовательского задания охватывает множество заданий, поэтому может быть рассмотрен как массовое явление. При этом наблюдается статистическая закономерность, которая дает возможность предположить наличие вероятности переходов.

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА КРИГИНГА НА ГРАФИЧЕСКОМ ПРОЦЕССОРЕ

Пространственная интерполяция является одной из основных задач в горно-геологическом программном обеспечении: ограниченное число точек данных используется для определения остальных неизвестных величин. Основы детерминированных и геостатистических алгоритмов интерполяции хорошо изучены и оптимизированы для применения в географических информационных системах с использованием нынешнего состояния современных аппаратных средств.

Появившиеся возможности новых информационных технологий и современной электронной компонентной базы позволяют на более высоком качественном и количественном уровне проводить моделирование месторождений полезных ископаемых. Использование технологии параллельных вычислений для моделирования месторождений полезных ископаемых может дать значительный экономический эффект за счет значительного повышения скорости и, как следствие, точности модели структуры залегания полезных ископаемых. Аппаратными средствами в данном случае являются программируемые GPU (graphics processing unit – графический процессор) и полученные спецификации моделей программирования, такие как CUDA и OpenCL [1].

В имитационном моделировании месторождений твердых полезных ископаемых можно выделить три основных класса методов моделирования, отличающиеся разными математическими подходами: полигональный метод, метод IDW или метод обратных взвешенных расстояний и метод кригинга. Одним из методов, который учитывает наибольшее количество параметров, на сегодняшний день является метод кригинга.

Метод кригинга основывается на статистических моделях, включающих анализ автокорреляции (статистических отношений между измеренными точками). В результате этого геостатистический метод не только имеет возможность создавать поверхность прогнозируемых значений, а также предоставляет некоторые измерения достоверности или

¹ магистр, заведующий лаборатории, лаборатория системных исследований космической деятельности, Институт космической техники и технологий

² магистр, научный сотрудник, лаборатория системных исследований космической деятельности, Институт космической техники и технологий

точности прогнозируемых значений.

При кригинге предполагается, что расстояние или направление между опорными точками отражает пространственную корреляцию, которая может использоваться для объяснения изменения на поверхности. Кригинг использует математическую функции для определенного количества точек или всех точек в пределах заданного радиуса, чтобы определить выходное значение для всех направлений. Кригинг - пошаговый процесс; он включает поисковый статистический анализ данных, моделирование вариограммы, создание поверхности и изучение поверхности дисперсии. Кригинг лучше всего подходит при наличии пространственно коррелированного расстояния или направленного смещения в данных.

Был разработан алгоритм моделирования месторождений твердых полезных ископаемых методом кригинга на основе технологии параллельных вычислений CUDA (рисунок 1).

Особенностью расчетов на графическом процессоре является распределение данных расчета по видеокартам и наличие очереди обработки блоков модели месторождения, обеспечивающей максимальную загрузку видеоускорителя. Для реализации этой возможности был разработан алгоритм распределения расчета блочной модели месторождения по частям на несколько видеоускорителей.

Алгоритм состоит из следующих этапов:

- выбирается количество и тип используемых видеоускорителей;
- определяется характеристика видеоускорителя (размерность сетки, размерность блока, т.е. количество потоков, которые могут быть обработаны в одном блоке CUDA);
- осуществляется проверка способности обрабатывать поступивший объем данных. В случае, если объем данных месторождения превышает количество доступной памяти видеоускорителя, месторождение разбивается на части, которые видеоускоритель может обработать. При этом расчеты носят итеративный характер;
- количество блоков блочной модели месторождения делится на количество потоков, которые может обработать один блок CUDA, таким образом определяется количество блоков CUDA, которые необходимо рассчитать;
- осуществляется расчет блоков модели месторождения одним из методов интерполяции.

Таким образом, обработка всего месторождения производится посредством формирования очереди обращений к видеоускорителю.

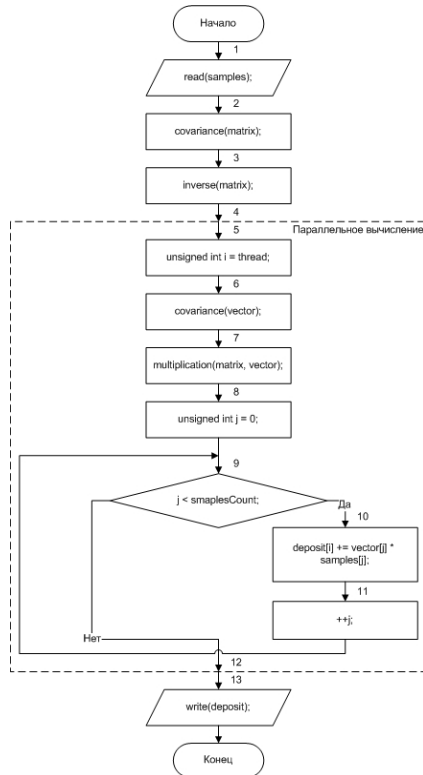


Рисунок 1. Алгоритм кригинга на GPU

Для расчета изначально видеоускорителю передается объем данных кратных k , далее передается остаток данных в диапазоне менее k , входящих в блоки CUDA, и остаток данных от деления на n .

В рамках тестирования разработанного алгоритма моделирования месторождений твердых полезных ископаемых методом кригинга на GPU были проведены серии экспериментальных расчетов блочной модели.

Среднее время расчетов на различном аппаратном обеспечении приведено в таблице 1. В качестве исходных данных для экспериментальных расчетов были приняты:

- количество расчетов в одной серии 10;
- размер блочной модели месторождения 1 миллион блоков;
- количество выработок (скважин) 300.

Таблица 1. Среднее время расчета блочной модели:

	Графический процессор	Количество видеокарт	Среднее время расчета (мс)
1.	Nvidia Quadro 600	1	104,9397
2.	Nvidia Quadro 600	2	52,9372
3.	Nvidia Tesla C2050	1	16,4811
4.	Nvidia Tesla C2050	2	8,3079
5.	Nvidia GeForce GTX 690	1	22,9864
6.	Nvidia GeForce GTX 690	2	11,5982
7.	Nvidia GeForce GTX 690	3	7,8247
8.	Nvidia GeForce GTX 690	4	5,8791

Полученные результаты показали, что реализация алгоритмов моделирования месторождений полезных ископаемых на GPU, на основе технологии параллельных вычислений CUDA, дают возможность значительно ускорить процесс расчета блочной модели месторождения. При этом было выявлено, что увеличение количества используемых устройств способствует линейному увеличению производительности вычислений, что свидетельствует о том, что технология параллельных вычислений CUDA хорошо масштабируется и подходит для моделирования месторождений твердых полезных ископаемых любого размера. Также на основании экспериментов было выявлено, что для моделирования месторождений полезных ископаемых с помощью CUDA технологии не требуется применение дорогостоящих видеоускорителей, таких как Tesla C2050, так как при использовании нескольких (относительно недорогих) видеокарт GeForce удается достичь сопоставимого времени расчета по сравнению со временем расчетов при использовании видеоускорителя Tesla.

Список литературы

1. Katharina Henneböhl, Marius Appel, Edzer Pebesma. Spatial interpolation in massively parallel computing environments. – Münster 2011.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АРТИЛЕРІЙСЬКОЇ РОЗВІДКИ ШЛЯХОМ КОНСТРУКТИВНО-ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ ПОВІТРЯНИХ ТА НАЗЕМНИХ ЗАСОБІВ СПОСТЕРЕЖЕННЯ

Ключовим напрямком розвитку високоточного ракетно-артилерійського озброєння та бойового застосування ракетних військ і артилерії (РВ і А) є створення розвідувально-вогневих систем (РВС). Основною задачею такої бойової системи є забезпечення у режимі часу, близькому до реального, розвідки угрупувань, об'єктів противника та їх ефективне ураження. При цьому взаємодія засобів розвідки із засобами вогневого ураження повинна здійснюватися за принципом розвідувально-вогневого комплексування, оскільки наслідком традиційної розвідувально-вогневої взаємодії є структурна надлишковість системи, яка в умовах обмеження часу нічим не виправдовує супутню інформаційну надлишковість.

Разом з тим, вирішення зазначених задач тільки існуючими силами і засобами артилерійської розвідки є проблематичним, оскільки не забезпечується виконання вимог щодо динаміки бою на всю глибину бойових порядків противника. Найбільш повну реалізацію вимог до розвідки в інтересах ефективного застосування високоточної зброї (ВТЗ) на граничних відстанях у сучасних умовах можуть забезпечити тільки засоби повітряної розвідки. Без належної уваги до розвитку підсистеми розвідки в інтересах вогневого ураження в цілому і, безпосередньо технічних засобів розвідки РВ і А, суттєво підвищити реалізацію вогневого потенціалу роду військ неможливо, які б ефективні засоби вогневого ураження не створювалися. Це, у свою чергу, зумовлює пріоритетність розвитку засобів розвідки, які застосовуються безпосередньо в інтересах РВ і А.

В якості нового такого засобу для вирішення розвідувальних завдань в інтересах РВ і А розглядається комплекс артилерійської розвідки, в якому передбачається інтеграція наземних та повітряних каналів спостереження, що забезпечує синергетичний ефект.

Основною технічною ідеєю є поєднання інформаційних можливостей наземного просторово багатоканального радіолокаційного

¹ д.т.н., с.н.с., пров. наук. співр. наук.-досл. відділу (ракетних військ та артилерії) Наук. центру Сухопутних військ Академії сухопутних військ ім. П. Сагайдачного.

² ад'юнкт штат. наук.-орг. відділу Академії сухопутних військ ім.П.Сагайдачного.

комплексу розвідки вогневих позицій (РЛК РВП) і дистанційно пілотованого літального апарату (ДПЛА). Технічна реалізація запропонованого підходу забезпечується доповненням штатної апаратури просторово багатоканального РЛК РВП засобами передачі та прийому інформації каналу РЛК – ДПЛА, а також апаратурою спряження та відображення інформації. При цьому слід зазначити, що структура і параметри додаткових засобів інваріантні до типу ДПЛА, що застосовується, а також не впливають на ефективність роботи РЛК РВП у штатному режимі.

Комплекс функціонує наступним чином: у штатному режимі роботи РЛК РВП разом з вимірюванням координат боєприпасів стріляючих систем одночасно в одному або декількох каналах вимірює поточні кутові координати, віддаль і радіальну швидкість ДПЛА з встановленою на ньому апаратурою інструментальної розвідки наземних цілей, причому у момент перебування ДПЛА в діаграмі направленості антени послідовно у часі приймають видову інформацію з борту ДПЛА і передають команди управління на борт ДПЛА шляхом почергового підключення приймальної системи каналу ДПЛА – РЛК і передавальної системи каналу РЛК – ДПЛА.

Перевагами запропонованого підходу є:

- забезпечується необхідна інформативність і точність артилерійської розвідки незалежно від часу доби і погоди, оскільки канали супроводження ДПЛА і прийому-передачі інформації працюють в радіодіапазоні, а цільовий канал при висотах польоту ДПЛА десятки – сотні метрів «пробивається» через атмосферу у будь-якому частотному діапазоні роботи приладу спостереження (радіо, інфрачервоний, оптичний);

- інтеграція каналів спостереження на борту ДПЛА (наприклад, теплового та радіолокаційного) дозволяє зняти обмеження на висоту польоту ДПЛА, а також на розміри і фізичні характеристики формоутворюючої поверхні наземних цілей і оточуючого фону.

Практична цінність запропонованого підходу визначається наступними чинниками:

- допускається технічна реалізація на основі існуючих засобів інструментальної розвідки, не диктуючи необхідності у нових дорогих розробках;

- інтегрований комплекс артилерійської розвідки дозволить значно збільшити зону розвідки, визначати положення і координати наземних цілей з необхідною точністю для нанесення ракетних ударів і стрільби артилерії в реальному або близькому до нього часі незалежно від часу доби і погодних умов, а також фоноцільової обстановки.

МНОГОМЕРНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ В ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

Современные информационно-аналитические системы (ИАС) управления в экономике требуют высокоэффективных решений по оперативности анализа данных. Такие подходы требуют дополнительных изменений, вносимых в существующие информационные системы, которые направлены на создание единого информационного пространства экономического объекта, что может быть успешно решено и с применением многомерных баз данных (OLAP). Технология OLAP неразрывно связана с понятием хранилище данных (Data Warehouse), которое определяет ориентированное информационное пространство, привязанное ко времени в виде исторических слоёв для поддержки процесса принятия управляющих решений.

Есть и еще одна причина применения многомерных баз данных OLAP – это сложные аналитические запросы к оперативной информации (реляционным базам данных), что увеличивает время обработки экономической информации, блокируя таблицы и захватывая ресурсы сервера.

Удобное структурирование экономической информации – это далеко не все, что нужно специалисту-аналитику в процессе моделирования состояния экономического объекта. OLAP предоставляет возможность пользователям использовать максимально удобные и быстрые средства доступа, просмотра и анализа информации. Кроме того, OLAP обеспечивает пользователя доступной моделью данных, организуя их в виде многомерных кубов. Осями (dimensions) многомерной системы координат служат основные атрибуты анализируемого бизнес-процесса. Так, для процесса продаж это может быть категория товара, государство, тип покупателя. Практически всегда в качестве одного из измерений используется время. Внутри куба находятся данные, количественно характеризующие процесс, так называемые меры. Это могут быть объемы продаж в штуках или в денежном выражении, остатки на складе, издержки и другие. Пользователь, анализирующий информацию, может выбрать данные куба по разным направлениям, чтобы получать сводную информацию (по годам, кварталам, месяцам) или, наоборот, детальные данные (по неделям, дням) и осуществлять прочие операции, которые необходимы ему для анализа. В первую очередь нужно отметить, что

¹ д.э.н., профессор, заведующий кафедры МО и ВЭД, КПУ г. Запорожье

руководящее звено, экономисты, аналитики всегда оперируют некими суммарными данными, в базах данных OLAP практически всегда хранятся наряду с детальными данными и так называемые агрегаты, то есть заранее вычисленные суммарные показатели. Примерами агрегатов может служить суммарный объем продаж за год или средний остаток товара на складе. Хранение заранее вычисленных агрегатов – это основной способ повышения скорости выполнения OLAP-запросов. Процесс формирования многомерной базы данных представлен на рис. 1.



Рисунок 1. Структура хранилища данных

Важнейшим элементом базы данных OLAP являются метаданные, то есть информация о структуре, размещении и трансформации данных. Благодаря этому обеспечивается эффективное взаимодействие различных компонентов хранилища.

Концепции построения ИАС управления основывается на данных финансового бухгалтерского учета и решении задачи моделирования процессов планирования. В многомерных СУБД формируется структура данных управленческого учета, адекватная решаемым задачам экономического объекта.

Выделим ряд задач, образующих верхний уровень системы управления организацией, решение которых формирует ограничения для принятия решений на нижних уровнях системы и позволяют представить общий критерий максимизации приведенной чистой прибыли.

В предложенной структурной модели ИАС информацию представлено методом пространства состояний применительно к хозяйственной деятельности экономического объекта. Выходными же являются результаты моделирования экономических показателей.

Экономическая информация в ИАС представляется в виде подмножества единого информационного пространства, позволяющего решать задачи моделирования с учетом всех факторов.

Таким образом, рассматриваются вопросы применения многомерных баз данных в информационно-аналитических системах управления и предложена структурная модель ИАС.

К ВОПРОСУ ВЫБОРА БИОМЕТРИЧЕСКОГО ПОКАЗАТЕЛЯ С ЦЕЛЮ ПРИМЕНЕНИЯ В СИСТЕМАХ ГОЛОСОВАНИЯ

Проект выполняется при финансовой поддержке Научного фонда Шота Руставели (Грант # AR/183/4-100/13). Ведущая организация проекта – Грузинский технический университет (ГТУ).

В системах голосования главная проблема – гарантированная идентификация субъекта участвующего в процессе. В настоящее время наиболее достоверным методом идентификации субъекта является биометрический контроль [1].

Для применения биометрии в системах голосования к биометрическим показателям были выработаны следующие основные требования: высокая надежность, устойчивость к фальсификациям, эргономичность, стабильность биометрического показателя по времени, приемлемость и стабильность к окружающей среде.

Для систем биометрического голосования важнейшим требованием является их надежность, поэтому наилучшими показателями надежности были выбраны биометрические показатели радужной оболочки глаза, дактилоскопический и геометрии лица 2D/3D.

В таблице представлены экспертные оценки по 10-бальной системе степени важности удовлетворения предъявленных требований для систем биометрического голосования и сравнительный анализ выбранных биометрических показателей с точки зрения удовлетворения предъявленных требований. Последние взяты из работ [1, 3].

¹ Доктор технических наук, профессор ГТУ

² Академический доктор по информатике, профессор ГТУ

³ Докторант ГТУ

⁴ Научный сотрудник ГТУ

Таблица – Экспертные оценки

	Надежность	Устойчивость к фальсификациям	Стабильность по времени	Эргономичность	Приемлемость	Стабильность к окружающей среде	Стоимость
Степень важности требования	10	10	10	8	7	9	5
Радужная оболочка глаза	10	10	10	10	9	9	7
Дактилоскопия	10	6	9	9	8	10	10
Геометрия лица 2D	7	4	8	10	10	6	10
Геометрия лица 3D	10	9	10	10	10	8	5

На основе анализа данных таблицы, предпочтение по применению в системах голосования следует отдать биометрическим показателям радужной оболочки глаза и дактилоскопической, поскольку их оценки ближе к степеням важности удовлетворения требований. Что касается показателя геометрий лица 3D, его применение, несмотря на то, что имеет хорошие показатели надежности, во многом зависит от внешнего освещения, что в конечном итоге отрицательно влияет на надежность идентифицирования субъекта.

Список литературы

1. Имнаишвили Л., Бединеишвили М., Титвинидзе А. Биометрия: Мифы и реальность. // Бизнес-инженеринг, #1, 2012, с. 43-50. (на Грузинском языке)
2. Anil K. Jain. An Introduction to Biometric Recognition. IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS FOR VIDEO TECHNOLOGY, VOL. 14, NO. 1, 2004, pp.4-20.
3. В. Моржаков, А. Мальцев. Современные биометрические методы идентификации // Безопасность. Достоверность. Информация. 2009. № 2, с. 44–48.

ВОПРОСЫ ЭРГОНОМИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ОПЕРАТОРОВ АСУ ТП

Известен ряд методик эргономического обеспечения проектирования (ЭОП) информационных моделей (ИМ) операторов АСУ ТП, например [1; 2]. Их недостатком является слабая формализация этапов проектирования и проведение экспериментальных исследований с уже разработанной ИМ только на последних фазах проектирования и повторными проверками на макете. Это приводит к «выполнению большого числа вариантов, моделей и макетов» [2].

Разработанная методика ЭОП ИМ операторов АСУ ТП устраняет вышеуказанные недостатки и состоит из: методики системного анализа дискретных технологических процессов (ТП); средств формализации знаний о ТП, деятельности оператора и его психофизиологических возможностях по переработке информации; базовых компонентов имитационных моделей (ИММ) ТП; методики принятия проектных решений на основе обработки результатов моделирования, а также программного комплекса, реализующего указанные методики.

Общую структуру знаний о человеко-машинной системе (ЧМС) можно представить в виде кортежа

$$\text{ЧМС}(N) = \langle \text{КВС}(N), \text{КВО}(N), \text{МР}(N) \rangle,$$

где $\text{КВС}(N)$ – база знаний и данных о компонентах N -й ЧМС; $\text{КВО}(N)$ – база знаний и данных об организации N -й ЧМС; $\text{МР}(N)$ – модель процессов функционирования N -й ЧМС, отображающая последовательность действий и операций компонентов ЧМС.

Для получения этих знаний, в соответствии с методикой, проводятся следующие виды системного анализа ЧМС: компонентный; морфологический и эволюционный. Для формализации знаний о ТП используется аппарат функционально-семантических сетей. Полученные данные и знания об объектах контроля и управления (ОКУ) – SOKU_{ij} , участвующих в решении задачи TS_i представляются кортежем

$$\text{SOKU}_{ij} = \langle N_j, S_{jk}, P_{jkl} \rangle,$$

где N_j – имя конкретного j -го ОКУ; $S_{jk} = \{S_{jk} \mid j=1 \div n; k=1 \div K_j\}$ – множество состояний N_j -го ОКУ; P_{jkl} – множество параметров, определяющих S_{jk} -ое состояние N_j -го ОКУ.

¹ асс. каф. программных средств ЗНТУ

² доц. каф. программных средств ЗНТУ

На основании этих знаний, являющихся подмножеством знаний $KBC(N)$ и $KBO(N)$, определяется перечень ОКУ (их состояний и параметров), которые должны отображаться на ИМ пульта управления оператора ТП. Результатом системного анализа также является функционально-временная сеть (модель $MP(N)$), формализующая алгоритм выполнения ТП. Масштаб сети может детализироваться до сущности необходимого уровня (задача, этап, режим, процедура, функция или технологическая операция).

Перевод формального описания ТП в ИММ осуществляется на основе формируемой в интерактивном режиме базы данных элементов модели и разработанного языка SIMC. ИММ ТП основана на транзактном способе организации квазипараллелизма. Каждому поступающему на обработку потоку заявок i -го типа (деталям, заготовкам и т.п.) соответствует свой поток транзактов. Обслуживание транзактов (TR) моделируется при помощи двух блоков - *seize* (обслуживающий прибор) и *delayt* (задержка). Продвижение TR по модели осуществляет управляющая программа моделирования (процедура *plan*). Перемещение TR влечет за собой выполнение определенных событий, отражающих динамику реального ТП. По окончании моделирования генерируется перечень проблемных ситуаций (опасных и аварийных), возникающих в ходе ТП. На основании собранной статистики рассчитывается безошибочность, точность и быстродействие выполнения ТП и алгоритмов управления оператором, оценивается его способность обрабатывать поступающую информацию. В случае необходимости, проектировщиками ИМ вырабатываются рекомендации по оптимизации операторской деятельности и определяется необходимое количество окон (экранных форм), необходимых для размещения информации в ИМ.

Разработанные методика и система имитационного моделирования позволяют снизить затраты материальных и временных ресурсов при ЭОП ИМ и повысить эффективность, качество и надежность работы операторов АСУ ТП.

Список литературы

1. Информационно-управляющие человеко-машинные системы: исследование, проектирование, испытание. Справочник / А.Н. Адаменко, А.Т. Ашерев, И.Л. Бердников и др.; под общ.ред. А.И. Губинского. – М.: Машиностроение, 1993. – 528 с.
2. Мунипов В.М. Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды: Учебник / В.М. Мунипов, В.П. Зинченко. – М.: Логос, 2001. – 356 с.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ЗАМІЩЕННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ У СФЕРІ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Враховуючи соціально-політичну та економічну ситуацію, що склалася на ринку природного газу в державі, необхідно виконати аналіз можливих альтернатив природному газу. Державна служба статистики України [1] оприлюднила Енергетичний баланс України, який складається з постачання та споживання енергетичних ресурсів, електроенергії та теплової енергії у тисячах тонн нафтового еквіваленту.

Імпорт природного газу складає 58,8% (згідно енергетичного балансу 2013 року) від загального постачання природного газу, з якого 92,4% надходить з Російської Федерації (експорт-імпорт окремих видів товарів за країнами світу за січень-грудень 2013 р., «Мінеральні продукти» [1]). Природний газ використовується на електростанціях, теплоелектроцентралях, теплоцентралях (далі теплогенеруючі установи). Структура кінцевого споживання природного газу: промисловість – 18,0%, транспорт – 7,3%, побутовий сектор – 53,8%, неенергетичне використання – 18,8%, інші – 2,1%.

Залежно від типу використання ресурсу складається оптимізаційна задача: цільова функція – мінімізація витрат згідно цін/тарифів на енергетичні еквіваленти; обмеження – можливі об'єми/потужності постачання та використання енергетичних еквівалентів.

Розглянемо випадок споживання побутовим сектором. Побутові споживачі природного газу (далі – населення) – фізичні особи, які отримують природний газ з метою використання для власних побутових потреб, у тому числі для приготування їжі, підігріву води та опалення своїх житлових приміщень [ст. 1, 2].

Населення споживає 13483 тис. т. тне природного газу власного виробництва [ст. 10, 2]. Централізована теплоенергія (опалення, гаряча вода) на 78% виробляється з імпортованого природного газу, отже в опалювальний сезон температура теплоносія на подачі буде нижчою норм ДОСТУ або взагалі оточуючого середовища. Отже основна задача – обігрів помешкання. Можливі дії населення: утеплення приміщень, закупівля котлів опалення, нагрівачів проточної води тощо. Населення за 2013 рік спожило 3880 тис. тне теплоенергії виробленої з природного газу

¹Аспірантка Інституту прикладного системного аналізу НТУУ «КПІ»

²Професор Інституту прикладного системного аналізу НТУУ «КПІ», д.т.н.

(виходячи з об'єму спожитої теплоенергії та об'ємів енергетичних ресурсів використаних для виробництва теплоенергії). Питома вага загальної обладнаної опаленням площі, станом на 2013 рік, складає 64.9% [1] – міське населення. У багатопверхових будинках немає можливості використовувати вугілля, торф, дрова, нафтопродукти для опалення, отже альтернатива одна – електроенергія. Для досягнення 3880 тис. тне теплоенергії необхідно спожити 45116,3 млн. кВт/год в опалювальний сезон (4–6 місяців), що складає 30% від річного споживання електроенергії. У разі повного відключення центрального тепlopостачання очікуване споживання електроенергії взимку в середньому збільшиться в 2 рази, у періоди наднизьких температур (нижче -20°C) можливе збільшення споживання більш ніж в 5 разів, що підвищує ризик виникнення аварій у електричних мережах та пожеж.

Також необхідно вжити заходи стосовно утеплення приміщень, у першу чергу дошкільних дитячих закладів, шкіл, лікарень; розглянути можливості встановлення на дахах будинків сонячних батарей, вітряків; розробити плани по підключенню до центрального опалення міст, які ще не підключені.

Виходячи із вищезазначеного, необхідно розрахувати потрібний об'єм теплової енергії, а далі, згідно цільової функції мінімізації витрат на закупівлю, транспортування, зберігання, переобладнання та часу переобладнання, маємо визначити на які альтернативні види палива необхідно переобладнувати теплогенеруючі установи. Також ставиться задача створення спеціалізованої системи підтримки прийняття рішень, яка дасть можливість отримати множину альтернативних рішень за допомогою відповідних математичних моделей, оцінок прогнозів та процедур формування можливих альтернатив[3]. Ієрархічна організація такої системи з використанням множини критеріїв якості обчислень на кожному рівні ієрархії надасть можливість досягти високої якості альтернатив та вибрати кращу з них.

Перелік посилань:

1. Державна служба статистики України – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
2. Закон України від 08.07.2010 № 2467-VI «Про засади функціонування ринку природного газу».
3. Бідюк П.І., Гожий О.П., Коршевнок Л.О. Комп'ютерні системи підтримки прийняття рішень. – Миколаїв: Чорноморський державний університет ім. Петра Могили, 2012. – 380 с.

ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМА ФІЛЬТРАЦІЇ ПРИ ВИЯВЛЕННІ ПЛАГІАТУ

Для систем оцінки ідентичності програмного коду автоматичне виявлення плагіату є першочерговим завданням. Для цього на практиці задаються функція близькості і поріг, які дозволяють визначити з якою ймовірністю певна частина коду була запозичена [1].

Відповідно до [2], прийнято виділяти такі підходи до оцінки близькості програм: атрибутно-підрахунковий, структурний і комбінований, який поєднає в собі перших два. Детектори плагіату, засновані на цих методах застосовуються для текстів вихідного коду і не проводять аналіз на наявність ділянок коду і файлів проекту, які є автоматично генерованими при створенні проекту на основі шаблону. Це вносить помилку в результуючий відсоток подібності проектів. Всі поточні алгоритми орієнтовані на пошук плагіату в коді окремих файлів. Але найчастіше проекти, які розробляють студенти, складаються з безлічі файлів програмного коду, що використовують стандартні шаблони [3].

Актуальність і доцільність даного дослідження полягає в необхідності уточнення поточних алгоритмів визначення повторного використання програмного коду, за рахунок застосування до розробленого проекту алгоритму фільтрації, що запускається на етапі імпортування в систему. Завдяки реалізації такого алгоритму з'явиться інструмент, який дозволяє імпортувати в систему проект цілком і отримувати більш високу точність оцінки наявності в ньому плагіату без урахування коду, який генерується середовищем розробки і є стандартним. У даній роботі розглядається рішення поставленої задачі для проектів, написаних мовою програмування C # [4]. Для виділення унікальної складової, виконаного студентом завдання, слід застосувати відсіювання. Видалення з досліджуваного проекту файлів програмного коду шаблону дозволить оцінити зміни, внесені конкретним розробником.

Реалізація запропонованого алгоритму фільтрації складається з двох частин. Перша виключає певні файли з проекту, які є частиною визначених шаблонів. Друга повністю виключає або суттєво зменшує вклад в загальний відсоток подібності ділянок коду, які відповідають певним шаблонам середовища Visual Studio, або реалізації патернів проектування [1]. Комплексне застосування даних методів дозволить

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

підвищити точність подальшої оцінки подібності програмного коду.

Суть алгоритму обробки проекту перед аналізом на плагіат в проведенні фільтрації шаблонних файлів проекту. Основні етапи для всіх файлів коду, включають виконання послідовності операцій, які складаються з: видалення коментарів, автоформатування, токенизації, а також пошуку та виключення шаблонних токенів. На першому етапі відсікаються файли, які містять тільки автогенерований код. Після фільтрації файли одного проекту зв'язуються в один великий блок файлів для подальшої обробки. Потім, для кожного файлу в блоці, виконується послідовне видалення коментарів і автоформатування коду до єдиного стилю. Це дозволяє надалі скоротити кількість несуттєвих токенів. Після форматування коду виконується його токенизація. Для отриманих токенів на основі шаблонів токенів і формальних правил виконується пошук шаблонних токенів в наборі і виключення їх. На виході даного алгоритму ми отримуємо токенизоване представлення проекту з якого виключені стандартні і шаблонні токени. Це дозволяє виділити з усього програмного коду суттєві для подальшої оцінки частини.

Отриманий алгоритм забезпечує виключення з проекту незмінних фрагментів коду, які є шаблонами, в результаті чого збільшена точність визначення наявності плагіату в програмному коді. При підготовці файлів проекту до подальшого аналізу на плагіат в даний алгоритм включені, покроково, процеси автоформатування і видалення з коду коментарів. Даний алгоритм фільтрації реалізовується як частина системи визначення плагіату в програмному коді, розроблених студентами проектів. Система розробляється на платформі .Net Framework 4.0 для проектів на C #.

Список литературы

1. Киричек Г.Г. Модель системи оцінки ідентичності програмного коду [Текст] / Г.Г. Киричек, О.О. Киричек // Науковий вісник Чернівецького національного університету. Комп'ютерні системи та компоненти. – Т. 2. – Вип.3. – 2011. – С. 14–21.
2. Обзор автоматических детекторов плагиата в программах [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://logic.pdmi.ras.ru/~yura/detector/survey.pdf>. – Загл. с экрана.
3. Макаров В.В. Идентификация дублирования и плагиата в исходном тексте прикладных программ [Электронный ресурс] / В.В. Макаров.- Режим доступа: <http://lab18.ipu.ru/projects/conf2006/1/15.htm>. - Загл. с экрана.
4. Рамбо Дж. UML 2.0. Объектно-ориентированное моделирование и разработка [Текст] / Дж. Рамбо, М. Блаха. – СПб.: Питер, 2007. – 544 с.: ил.

МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ФРАКТАЛЬНЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ С ПОМОЩЬЮ ХАРАКТЕРИСТИК ИНФОРМАЦИОННОЙ СЛОЖНОСТИ

Большинство динамических систем являются «сложными системами», что подразумевает многозвенную структуру с нелинейной обратной связью. К ним относятся процессы, присущие человеческому организму и природе, информационные, физические, технические и социальные процессы. Многие из перечисленных систем обладают сложной фрактальной структурой. На практике они представлены временными рядами, которые являются некоторой проекцией внутренних и внешних связей динамической системы.

Одной из целей анализа временных рядов является извлечение информации из реализации конечной длины и получение вывода о свойствах и механизме процесса, который генерирует ряд. Следует отметить отсутствие универсальных моделей, которые могли бы использоваться для описания фрактальных процессов различной природы. И наоборот, один и тот же процесс, в зависимости от целей исследования, может описываться несколькими моделями. В общем случае выбор модели базируется на характеристиках исследуемого временного ряда.

Существует множество подходов к исследованию временных рядов, базирующихся как на традиционном статистическом анализе, так и на методах нелинейной хаотической динамики и фрактальном анализе. Одним из них является метод рекуррентных диаграмм, основанный на свойстве повторяемости состояний системы. Данный метод анализа базируется на представлении свойств процессов в виде геометрических структур и может служить инструментом для обнаружения скрытых зависимостей в наблюдаемых процессах. Количественные характеристики рекуррентных диаграмм нашли широкое применение для анализа стохастических временных рядов различной природы.

Характеристикой сложности поведения системы традиционно считается энтропия. Различные энтропийные методы анализа позволяют исследовать сложность динамики системы по временному ряду. Одной из

¹ д.т.н., профессор кафедры прикладной математики Харьковского национального университета радиоэлектроники

² аспирант кафедры прикладной математики Харьковского национального университета радиоэлектроники

наиболее востребованных на практике энтропийных характеристик является энтропия подобию.

В последние годы для анализа, моделирования и прогнозирования сложных процессов все большее применение находят методы интеллектуального анализа данных. В работе рассмотрена экспертная система (ЭС), предназначенная для исследования фрактальной структуры временных рядов [1], для которой в базу знаний добавлен блок знаний, определяющий информационную сложность системы. С помощью модифицированной ЭС были проведены исследования фрактальных временных рядов разной природы, которые показали возможность распознавания различных состояний динамики системы.

В частности, в работе были исследованы записи электроэнцефалограмм (ЭЭГ) лабораторных животных. ЭЭГ-сигналы были разбиты на фазы бодрствования и сна (медленного и парадоксального). В таблице представлены средние значения некоторых характеристик: энтропии подобию (ApEn), меры детерминизма (Det), меры рекуррентности (RR) и показателя Херста (H), полученных по реализациям ЭЭГ лабораторных животных. При определении стадии сна (бодрствования) учитывается попадание значения показателя в заданный доверительный интервал, величина которого зависит от длины временной реализации.

Таблица.

Состояние	ApEn	Det	RR	H
Медленный сон	1,5927	0,2644	0,0148	0,52
Парадоксальный сон	1,804	0,118	0,008	0,6
Бодрствование	1,5829	0,3717	0,365	0,7

Использование предложенной в работе ЭС позволяет определять состояние бодрствования или сна по реализациям ЭЭГ-сигналов короткой длины (до 500 значений). Данная ЭС может быть использована для анализа и распознавания различных состояний динамики систем, обладающих фрактальными свойствами.

Перечень ссылок

1. Кириченко Л.О. Разработка алгоритмов принятия решений в экспертной системе фрактального анализа. Л.О.Кириченко, О.В.Стороженко, Ю.А. Кобицкая / «Системні технології» – збірник наукових праць. -№3 (86). – 2013. -С.54–61.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ТЕНДЕРОВ

Наиболее эффективным способом выбора поставщика товаров или услуг, который сможет удовлетворить всем требованиям заказчика по стоимости, срокам поставки, количеству товара и др. является проведение тендера. Используемые в настоящее время методы не учитывают все необходимые критерии и не обеспечивают прозрачности процесса проведения тендера [1].

Исследования в рамках данной работы характеризуются решением актуальной научно-практической задачи принятия решений при проведении тендеров с помощью применения моделей и методов поддержки принятия решений и использования соответствующей информационной технологии.

В рамках работы была проведена разработка новых и модификация существующих методов принятия решений в тендерах для улучшения качества их результатов.

Выполнена реализация информационной технологии, основанной на разработанных моделях и методах. Разработанная в рамках информационной технологии информационная система осуществляет всестороннюю поддержку процесса проведения тендера, включающую этапы подготовки тендера, проведения опроса экспертов, расчета оценок предложений, выбора победителя тендера и последующей оптимизации полученных результатов [2].

Проведенные исследования позволили получить следующие результаты:

Предложен новый метод оптимизации распределения объема закупок в тендере, который учитывает относительные коэффициенты важности критериев, что позволяет оптимально распределить объем между несколькими поставщиками.

Разработана модель процесса проведения тендера, которая заключается в разбиении процесса на несколько этапов от постановки задания до принятия окончательного решения, и позволяет определить наборы данных, используемые на каждом из них. Благодаря этому можно оптимизировать каждый этап, максимизировать эффективность его

¹ аспирант кафедры программных средств ЗНТУ

² к.т.н. профессор кафедры программных средств ЗНТУ

результатов и минимизировать затраты времени на его проведение.

Получил дальнейшее развитие метод анализа иерархий, в котором при проведении опроса экспертов в набор попарных сравнений внедряются дополнительные контрольные вопросы, что позволяет получить количественное значение коэффициента доверия к мнению эксперта в процессе проведения опроса и в дальнейшем использовать его для принятия групповых решений.

Усовершенствован метод принятия групповых решений на основе суммирования экспертных оценок по каждому решению, в котором при расчете суммарной оценки учитываются коэффициенты доверия к мнениям экспертов, что позволяет учитывать степень компетентности экспертов в проблеме экспертизы и считать мнение компетентных экспертов более значимым с целью повышения качества получаемого решения.

Модифицирован метод отбора участников тендера путем построения нейросетевой модели для классификации альтернатив, что позволяет составлять рейтинг участвующих подрядчиков, учитывая мнения экспертов, и исключить тех, чьи предложения не соответствуют тендерному заданию.

Предложена структура и выполнена реализация информационной технологии для проведения тендеров на основе разработанных методов и моделей. Проведено экспериментальное исследование ее эффективности для принятия решений в тендерах, подтверждающее повышение качества результатов окончательного решения.

Список літератури

1. Cheong, M.-P. Uncertainty quantification in a model electric energy bidding problem: a multi-criteria decision making approach / Mei-Peng Cheong, Gerald B. Sheble, Daniel Berleant, Jianzhong Zhang, George Kahrmanis // 15th Power Systems Computation Conference. – Liege, Belgium, 2005. – Session 15, Paper 4. – P. 1–8.
2. Дубровин, В.И. Поддержка принятия решений при проведении тендеров при помощи метода анализа иерархий и нейронных сетей [текст] / В.И. Дубровин, Т.А. Колпакова // Тринадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2012 (16–20 октября 2012 г., г. Белгород, Россия) : Труды конференции. – Белгород : Изд-во БГТУ, 2012. – Т.3. – С. 119–126.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ТЕМПОРАЛЬНЫХ ДЕРЕВЬЕВ РЕШЕНИЙ

В настоящее время интеллектуальные средства, использующие знания экспертов, стали неотъемлемыми компонентами современных автоматизированных диагностических систем для объектов различного назначения: от медицинских объектов до атомных электростанций. Эффективность таких систем, трудоемкость их проектирования, эксплуатации и развития, их устойчивость к изменению предметной области зависят от средств, использованных для представления знаний и методов обработки этих знаний. Основные трудности при проектировании интеллектуальных диагностических систем связаны с тем, что такие системы разрабатываются для плохо формализованных предметных областей, в которых знания неточны, неполны, противоречивы и изменчивы. Это делает необходимым разработку эффективных методов представления и обработки таких знаний. В частности, возникает необходимость пополнения, обобщения и классификации диагностической информации. При этом наиболее удобной формой представления знаний для компьютерной обработки являются логические системы в виде деревьев решений [1]. Деревья решений (Decision Trees) являются хорошим инструментом в системах поддержки принятия решений интеллектуального анализа данных (Data Mining) и являются одним из наиболее популярных средств для решения задач классификации в диагностических системах. Они создают иерархическую структуру классифицирующих правил типа «если ... то ...» (If -Then), имеющую вид дерева. Конечными узлами дерева являются «листья», соответствующие найденным решениям и объединяющие некоторое количество объектов классифицируемой выборки.

Однако, деревья решений в их классическом виде имеют существенные ограничения – в частности, отсутствие учета поведения объекта или системы во времени, и невозможность принятия решений с течением времени. Без учета фактора времени не удастся проследить динамику изменения состояния системы. Поэтому актуальной задачей является расширение признакового описания объектов с использованием понятия

¹ д.т.н., профессор ХНУРЭ

² аспирант ХНУРЭ

³ аспирант ХНУРЭ

«время», как одного из атрибутов для построения дерева решений.

Обычно для анализа поведения сложных технических объектов используются сенсоры, от которых в определенные промежутки времени поступает информация о состоянии объекта. Оператор в режиме реального времени на основе текущих показаний сенсоров определяет вид неисправности и формирует управляющее действие для устранения возникшей неисправности. Исходными данными для принятия решения является база данных, в которой записаны модели возможных реальных неисправностей объекта и управляющие воздействия для их локализации или компенсации. Информация в базе данных формируется на основе анализа показания сенсоров, полученных от объекта в течение некоторого интервала времени наблюдения при наличии возможных реальных неисправностей.

Большой объем базы данных и наличие информации о поведении объектов во временной координате значительно усложняет задачу диагностирования, поэтому возникает необходимость структуризации диагностической информации в базах данных. Одним из возможных методов решения поставленной задачи является использование темпоральных деревьев решений, которые в отличие от обычных деревьев решений содержат дополнительную информацию о времени срабатывания соответствующих сенсоров для диагностируемых неисправностей объекта. Применение темпоральных деревьев позволяют в значительной степени ускорить принятие решений в условиях, когда время является критическим фактором для принятия решений.

Процедуры построения и использования темпоральных деревьев решений для диагностирования сложных объектов имеют значительные трудности, связанные с большой размерностью деревьев. Необходимость принятия решений в реальном времени приводит к тому, что число деревьев, работающих с поступающими данными, должно быть равно числу отсчетов. Время принятия решения в общем случае будет различным для каждой ситуации. Поэтому при построении дерева накладывается ограничение на уменьшения временных меток при обходе дерева от корня к концевой вершине. В связи с этим важной задачей является минимизация продукционных правил, полученных с использованием темпоральных деревьев решений [2].

Диагностирование сложных объектов осуществляется на основе показаний датчиков, представляющих состояние системы в конкретный момент времени, а использование темпоральных деревьев решений позволяет проследить изменение состояния системы за некоторый интервал времени и выявить неисправности или неблагоприятные тенденции,

которые могут по истечении некоторого времени повлечь неисправности.

Для построения исходного темпорального дерева решений обычно используется таблица (табл.1) с исходными данными всех атрибутов следующего вида:

Таблица1. Атрибуты для построения исходного темпорального дерева

Состояние объекта	сенсор 1 ДП1		сенсор 2 ДП2		сенсор 3 ДП3		сенсор 4 ДП4		Управл. воздействия	Время принятия решения
	t1	t2	t1	t2	t1	t2	t1	t2		
РД ОН	Н	Н	Н	Н	0	0	С	С	УД1	T1
РД ОН	С	С	0	0	Н	Н	Н	С	УД1	T1
РД ОН	Н	Н	Н	Н	С	С	0	0	УД1	T1
РД Н	В	В	С	С	С	С	С	С	УД2	T2
РД С	0	0	С	С	Н	Н	С	С	УД3	T3
РД Д	С	С	В	В	С	С	Н	Н	УД4	T4
РД В	Н	Н	0	0	Н	Н	С	С	УД5	T5

В таблице 1 для четырех сенсоров, которые формируют диагностические признаки (ДП) и для N неисправностей приведены значения показаний сенсоров в виде нечетких значений (С – норма, Н – ниже нормы, В – выше нормы) в моменты времени t1, t2. Для каждой неисправности вырабатывается соответствующее управляющее воздействие УД1, УД2, ..., УДN, и время принятия решений T1, T2, ..., TN, где N-число неисправных состояний объекта, которые определяются в результате диагноза (РД). Значения результатов диагноза имеют пять уровней неисправных состояний объекта: «очень низкий» (ОН), «низкий» (Н), «средний» (С), «достаточный» (Д), «высокий» (В).

Таким образом, для нашего случая количество ДП равно четырём, т.е. число входных ЛП $n = 4$, число термов каждой переменной $m = 3$, а число термов выходной ЛП равно 5.

Перечень ссылок

1. Luca Console, Claudia Picardi. Temporal Decision Trees: Model-based Diagnosis of Dynamic Systems On-Board //Journal of Artificial Intelligence Research. 2003. №19.). P. 469–512.
- 2.G. F. Krivoulya, A. S. Shkil, and D. Ye. Kucherenko. Analysis of Production Rules in Expert Systems of Diagnosis. Automatic Control and Computer Sciences, 2013, Vol. 47, №6, pp.331–341.

ТЕХНОЛОГИЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОПИСАНИЯ ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБЪЕКТОВ

Введение. Принятие решений во всех без исключения областях деятельности человека связано со сбором и обработкой информации [1]. Т.к. объемы хранимой и обрабатываемой информации увеличивается экспоненциально, это выдвигает особые требования к методам и средствам поиска и обработки информации [2, 3]. При поиске нечеткого объекта в большинстве случаев можно найти лишь приближенные к необходимым данным объекты. Для обеспечения эффективности принятия решения при поиске информации предлагается вводить характеристику – качество описания объекта. Цель данной работы – разработка информационной технологии для количественной оценки качества описания временных характеристик объектов на основе нечетких переменных объектов, которая позволит выбрать наиболее качественно описанный временной объект при его поиске.

Описание временных характеристик объекта. Предлагается описывать временные характеристики объектов в виде нечетких переменных, т.к. использование различных форматов и нечеткость описания временной характеристики затрудняет дальнейший анализ и поиск необходимого объекта. Под нечеткой переменной объекта будем понимать тройку (PO, T, MTo) , где PO – название переменной, T – универсальное множество, MTo – нечеткое подмножество множества T . Нечеткое множество временных характеристик MT определяется как множество упорядоченных пар $MT = \{\mu_{MT}(t)/t\}$, где MT – нечеткое множество временных характеристик, $\mu_{MN}(t)$ – функция принадлежности, t – временная характеристика, $t \subset T$.

Качество описания объекта. Качество – совокупность свойств объекта, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением [3]. Под качеством описания объекта будем понимать четверку $(M_{\mu}, N_{\mu}, SA_{\mu}, M)$, где M_{μ} – максимальное значение функции принадлежности, с которой описан объект, N_{μ} – количество точек, на которых функция принадлежности объекта имеет максимальное значение, SA_{μ} – среднее арифметическое функции принадлежности, M – мера Р. Егера по метрике Хемминга.

¹ д.т.н., проф., зав. каф. ОНПУ

² инженер ОНПУ

Качество описания объекта зависит от величины каждого из параметров объекта. Чем больше параметр, тем точнее описан объект. Наибольшую зависимость качество описания объекта имеет от параметра «среднее арифметическое функции принадлежности», т.к. SA_{μ} зависит от M_{μ} и N_{μ} . При записи качества описания объекта, необходимо повторно ссылаться на M_{μ} и N_{μ} . Т.к. в некоторых случаях, объект, который не может иметь функцию принадлежности равную 1 ни на одном из временных промежутков, может иметь большее значение SA_{μ} , чем объект с большим значением M_{μ} . В таких случаях можно говорить о том, что функции принадлежности, объекта с большим значением SA_{μ} , выражены лучше, чем объекта с меньшим значением SA_{μ} .

Вывод. Представлена информационная технология для количественной оценки качества описания временных характеристик объектов на основе нечетких переменных объектов, которая позволяет выбрать наиболее качественно описанный временной объект при поиске. Данная технология использует описанные с помощью нечетких переменных временные объекты для определения их качества. Качество описания объекта характеризуется четырьмя параметрами, что позволяет при поиске выбирать наиболее подходящие объекты, в зависимости от заданных параметров. Объект, не имеющий неопределенности, т.е. описанный максимально качественно будет иметь точность $(1, n, 1, 0)$, т.е. максимальное значение функции принадлежности, с которой описан объект, и среднее арифметическое функции принадлежности будут иметь значение 1, количество точек, на которых объект описан максимально качественно может принимать любое значение n . Значение $N_{\mu} > 1$, при $M_{\mu} = 1$ означает, что объект описан качественно на некотором промежутке, например: время действия договора, время выполнения договора и т.д.

Список литературы

1. Бочарников В. П. Fuzzy-технология: Математические основы. Практика моделирования в экономике. /В.П. Бочарников – СПб.: Наука, 2001. – 328 с.
2. Лукина А. Г. Требования к системам поиска информации в интернете при использовании мобильного телефона в качестве оконечного устройства/ А. Г. Лукина // Научно-техническая информация. Серия 1: Организация и методика информационной работы – №8. – М.: Всероссийский институт научной и технической информации, 2007 – С. 23–26
3. Капустин В. А. Основы поиска информации в Интернете. Методическое пособие / В.А. Капустин – СПб.: Институт «Открытое общество». Санкт-Петербургское отделение, 1998. – 13 с.

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ СЕГМЕНТАЦІЇ ПОСЛУГ НА ФІНАНСОВОМУ РИНКУ

Фінансовий маркетинг відноситься до сфери емпіричних досліджень [1]. Все що ми знаємо про нього – або досвід підприємств та фінансових установ, накопичений на різних сегментах ринку, або результати досліджень аналітиків, маркетологів, економістів та ін. У роботах з моделювання ринкова та споживацька невизначеність враховується введенням у модель суб'єктивної вірогідності, оцінка якої отримана як результат пізнавальної активності експертів або експертних груп [2] та записується у вигляді регресійно-кореляційних рівнянь, системи лінійного програмування та багатофакторних моделей [3]. Сьогодні більш переважним способом обліку ринкової невизначеності є використання теорії нечітких множин та нечіткої логіки [4].

Метою даного дослідження є розробка моделі сегментації послуг на фінансовому ринку з використанням функції приналежності.

Фінансові установи надають декілька видів фінансових послуг, які мають свою певну корисність для конкретного підприємства на ринку та характеризуються одними і тими ж ознаками, у балах від 0 до 1. Представимо модель ознак корисності фінансової послуги у вигляді нечіткого бінарного відношення $R_x : A \rightarrow P [0,1]$, де $p \in P$ – кількість різновидів послуг, запропонованих на фінансовому ринку, $a \in A$ – множина ознак корисності цих послуг. Також представимо модель ознак корисності послуг на фінансовому ринку у вигляді нечіткого бінарного відношення $C_r : A \rightarrow S [0,1]$, де $s \in S$ – множина ринкових сегментів (підприємства з високим, з середнім, з низьким прибутком).

Ціль будь-якої фінансової установи – отримання максимального прибутку і скорочення незатребуваних послуг. Тому пропонується знайти такий вид послуги, який буде мати щонайбільші переваги за ознаками корисності на кожному сегменті фінансового ринку у вигляді нечіткого відношення $T_p : S \rightarrow P [0,1]$. Елементи даної моделі визначаються наступною функцією приналежності:

$$T_p(s_j, p_i) = \frac{\sum_{a \in A} (C_r(a_i, s_j) \cdot R_x(a_i, p_i))}{\sum_{a \in A} C_r(a_i, s_j)} \quad \text{для } s_j \in S, p_i \in P, j = \overline{1, n}; i = \overline{1, m}. \quad (1)$$

Значення функції інтерпретується як зважена ступінь переваги

¹ асистент кафедри маркетингу та економіка Кременчуцького університету економіки, інформаційних технологій і управління

послуги p_i на сегменті s_j фінансового ринку.

Сума $\sum_{a \in A} C_r(a_i, s_j)$ дорівнює мірі нечіткої підмножини, що вказує показник важливих признаков корисності a_i на сегменті s_j фінансового ринку для оцінки послуги p_i , а функцію $\mu_{a_i}(s_j, p_i)$ можливо інтерпретувати як зважену ступінь переваги послуги p_i на сегменті ринку s_j . Ця функція задовольняє умові

$$\mu_{a_i}[\lambda(s_1, p_i) + (1 - \lambda)(s_2, p_i)] \geq \min[\mu_{a_i}(s_1, p_i), \mu_{a_i}(s_2, p_i)], \quad (2)$$

де λ – для всіх s_1 та s_2 , всіх $p_i \in P$ і всіх $\lambda \in [0, 1]$, λ – еталон послуг.

Оскільки всі $\mu_{a_i}(s_j, p_i)$ випуклі, тоді їх перетин також є випуклою функцією що подана у вигляді матриці $W: \mu_{a_m}(s_n, p_{m-1}) \wedge \mu_{a_m}(s_n, p_m)$.

Тоді поріг розділення сегментів ринку l за перевагами послуг обмежується умовою:

$$l < \min_{i,j} \max_s \min[\mu_{a_i}(a_i, s_j), \mu_{a_i}(s_j, p_i), \mu_{a_i}(a_i, p_i)]. \quad (3)$$

Модель розрахунку переваг послуги M_{P_i} у відповідності до обраних сегментів фінансового ринку запишемо подамо множиною:

$$M_{P_i} = \left\{ x \mid \mu_{a_i}(x) \geq \min_{i,j} \max_s \min[\mu_{a_i}(a_i, s_j), \mu_{a_i}(s_j, p_i), \mu_{a_i}(a_i, p_i)] \right\}, \quad x \in M_{P_i}. \quad (4)$$

У роботі запропонована модель сегментації послуг на фінансовому ринку за допомогою використання функцій приналежності, що на відміну від існуючих регресійно-кореляційних моделей, дозволяє отримати більш точні оцінки переваг послуг на кожному сегменті ринку.

Список літератури

1. Унінець О.М. / Стратегії фінансового маркетингу на регіональному рівні / О.М. Унінець, Л.М. Кострач // Антуальні проблеми економіки. Науковий економічний журнал. – 2009. – №6(96). – С. 229 – 237.
2. Недосекін А.О. Применение теории нечетких множеств к задачам управления финансами / А.О. Недосекін // Аудит и финансовый анализ, 2000. – №2. – С.34–43.
3. Єжова Л.Ф. Інформаційний маркетинг: Підручник. – К.: КНЕУ, 2002. – 560 с.
4. Беллман Р. Принятие решений в расплывчатых условиях / Р. Беллман, Л. Заде // Вопросы анализа и процедуры принятия решений. – М., – 1976. – № 5. –С. 12–18.

**МЕХАНИЗМЫ УПРАВЛЕНИЯ АДАПТАЦИЕЙ УЧЕБНОГО
РЕСУРСА И ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО
ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФИЛЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ СИСТЕМЫ
«СМАРТ ЛАБОРАТОРИЯ»**

В работе рассмотрены механизмы применения адаптивного учебного контента, проблемы формирования и хранения профиля пользователя интеллектуальной системы «смарт лаборатория» для различных режимов обучения. Определены режимы обучения, описаны проблемы адаптации учебного ресурса для различных типов пользователей и различного конечного оборудования, основные характеристики и типы пользователей интеллектуальной системы, а также типы учебного контента в соответствии с режимами обучения «смарт лаборатории». Представлены основные принципы работы, структура и области применения системы «смарт лаборатория».

Несмотря на то, что в настоящее время существует большое количество E-learning систем и продуктов и они широко применяются в разных областях знаний, ни одна из них в полной мере не решает проблему адаптации учебных материалов курса для разных типов пользователей. Эта проблема частично решена за счет разработки и внедрения адаптивных систем обучения. Однако, фактически есть только несколько систем подобного класса, которые действительно отвечают требованиям адаптации. Помимо этого в методиках E-learning применяется широкий спектр Интернет-технологий, что позволяет внедрение некоторых методов недоступных для традиционных видов обучения. [1, 2, 3].

Адаптация играет важнейшую роль в развитии различных E-learning систем. Это связано с тем, что пользователи как правило обладают разным уровнем знаний и начальной подготовки и имеют различные цели обучения. Под адаптацией будем понимать процесс изменения модели предметной области для адаптирования к специфическим свойствам и внешним условиям. Это предполагает отличающиеся друг от друга способы прохождения учебного контента

¹ проф. д.т.н, заведующий кафедрой системного программного обеспечения, Институт Компьютерных Систем, ОНПУ

² аспирант кафедры системного программного обеспечения, ОНПУ, наук. співроб. Університет прикладних наук м. Дюсельдорф, Німеччина

различными типами пользователей обучающей системы в разных режимах обучения.

Помимо этого, важным является индивидуальный подход к каждому обучаемому. За последнее десятилетие в программировании наметилась растущая тенденция к интеллектуализации. Почти все популярные программные продукты в последнее время стали приобретать в большей или меньшей степени признаки интеллектуальной системы – запоминание данных и действий пользователя, советы и подсказки об оптимальной работе программы, сложный ассоциативный поиск, оптимизация программного кода, сложные механизмы обеспечения правильности ввода и хранения данных и т.д. Таким образом, можно сделать вывод, что важнейшим условием для прогресса является развитие интеллектуальных систем.

Современные технологии позволяют создание модели системы, которая будет отвечать большинству требований адаптации учебного контента под различные характеристики пользователей и режимы обучения. Таким образом с помощью применения новых технологий будет возможно реконструировать один и тот же учебный курс.

Применение такой модели должно отвечать следующим требованиям:

- Улучшить качество учебного процесса за счет уменьшения времени на обучение и увеличения числа поставленных учебных целей за один и тот же временной интервал.

- Повышение интереса обучаемых изучать современные технические предметы, такие как промышленная автоматизация и коммуникационные технологии за счет использования в учебных целях современных технических устройств (смартфоны, планшетные ПК и т.п)

Целью данной работы является определение типов пользователей и режимов обучения системы «смарт лаборатория», определение видов учебного контента для разных режимов обучения, а также постановка задачи и определение проблем для дальнейшей разработки.

Список литературы

1. Bilous N.; Shubin I.; Vyrodov O. The conception of interactive training system design // *New Solutions in Modern Technologies* Kharkiv, Ukraine, № 79, 2006. С.68 – 70.
2. Bondarenko M.; Bilous N.; Shubin I. The Ukrainian e-Learning Region // *In proceedings of the 10th International LLinE Conference New Partnerships and Lifelong Learning*, Helsinki, Finland, 2008 P.88–92
3. Agirbov R. S. Models and methods of the educational content construction in the Web portal of the educational institution // *Theme of the dissertation and the synopsis according to VAK 08.00.13, Economy Science*

ТЕОРЕТИКО-МНОЖЕСТВЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ WEB-СЕРВИСА

В работе [1] был развит теоретико-множественный подход для представления систем в виде отношения на абстрактных множествах. Следуя этому подходу, определим web-сервис следующим образом:

Определение 1. Пусть задано семейство множеств свойств web-сервиса $\bar{V} = \{V_i : i \in I\}$, где I – конечное или бесконечное множество индексов. Web-сервисом в самом общем случае будем называть отношение на этих множествах свойств

$$S \subset \times\{V_i : i \in I\}. \quad (1)$$

Рассматривая основные роли участников сервис-ориентированной архитектуры (SOA) [2] – потребителя и провайдера web-сервиса и реестра web-сервисов, введем следующее

Определение 2. Представлениями web-сервиса (1) потребителя (S_C), провайдера (S_P) и реестра (S_R) будем называть следующие отношения

$$S_C \subset \times\{V_i : i \in I_C\}; S_P \subset \times\{V_i : i \in I_P\}; S_R \subset \times\{V_i : i \in I_R\}, \quad (2)$$

где $I_C \subset I$, $I_P \subset I$, $I_R \subset I$, причем $I_C \cup I_P \cup I_R = I$ и $I_C \cap I_P \cap I_R \neq \emptyset$.

Заметим, что I_C , I_P и I_R не образуют разбиение множества I , т. к. некоторые элементы множеств V_i могут быть общими для потребителя, провайдера и реестра.

Выделим из семейства \bar{V} два множества, условно обозначив их X и Y , и введем следующее

Определение 3. Множество $X \subset \times\{V_i : i \in I_x\}$ будем называть входным (входом), а множество $Y \subset \times\{V_i : i \in I_y\}$ – выходным (выходом) web-сервиса, где множества индексов $I_x \subset I$ и $I_y \subset I$ образуют разбиение множества I , т. е. $I_x \cup I_y = I$ и $I_x \cap I_y = \emptyset$. Тогда web-сервис S можно представить в терминах «вход-выход» в виде

¹ к.т.н., заведующий кафедры КСС ЗНТУ

$$S \subset X \times Y . \quad (3)$$

Рассматривая web-сервис в контексте SOA, вообще говоря, мы не можем утверждать, что входы и выходы в представлениях web-сервиса для потребителя, провайдера и реестра являются одинаковыми множествами. Областью видимости входов и выходов для потребителя является либо спецификация web-сервиса, полученная им от потребителя или реестра, например в виде WSDL-файла, либо область видимости представлена интерфейсными элементами в браузере потребителя. С другой стороны, множества входов и выходов web-сервиса в представлении провайдера могут не совпадать с множествами входов и выходов потребителя вследствие того, что провайдер может иметь дополнительные функции администрирования web-сервиса, предусмотренные для него разработчиками web-сервиса. Аналогичные рассуждения можно провести и относительно реестра, учитывая, что в нем реализованы база данных и интерфейсы UDDI.

Нетрудно предположить, что входы потребителя, провайдера и реестра могут иметь общие элементы, т. е. элементы, видимые всем участникам SOA. Это касается и выходов web-сервиса. Поэтому мы можем сделать следующее

Утверждение 1. *Входы web-сервиса в представлениях потребителя X_C , провайдера X_P и реестра X_R , в общем случае, не совпадают. Подобное можно утверждать и относительно выходов в представлениях потребителя Y_C , провайдера Y_P и реестра Y_R . Поэтому, единственное, что мы можем утверждать относительно этих множеств, – это*

$$X_C \cup X_P \cup X_R = X ; Y_C \cup Y_P \cup Y_R = Y ; \quad (4)$$

$$X_C \cap X_P \cap X_R \neq \emptyset ; Y_C \cap Y_P \cap Y_R \neq \emptyset . \quad (5)$$

Список литературы

1. Месарович М. Общая теория систем: математические основы / М. Месарович, Я. Такхара. – Москва: Мир, 1978. – 312 с.
2. Reference Architecture Foundation for Service Oriented Architecture Version 1.0. 04 December 2012. OASIS Committee Specification 01.

ЭТАПЫ ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА КАТИОННЫХ НЕФТЕПОЛИМЕРНЫХ СМОЛ

Особенность химических производств, и, в частности, производства олигопипериленового синтетического каучука (СКОП – один из видов катионных нефтеполимерных смол) такова, что необходимо учитывать множество динамически изменяющихся факторов, которые влияют как на качество продукции, так и на безопасность персонала и окружающей среды.

Для одного из востребованных на рынке продуктов – олигопипериленового синтетического каучука был проведен анализ установки и предложены пути оптимизации его работы.

На первом этапе произведен анализ с точки зрения промышленной безопасности, в результате которого установлены причинно-следственные связи, представленные в виде взаимосвязей «отказы – ситуации – факторы – риски» [1, 2].

На втором этапе произведен анализ динамики протекания процесса соолигомеризации [3]. В результате оценки возникающих рисков и анализа кинетики химических реакций в каждом из сценариев негативного развития ситуации было установлено, что изменение состава реагентов, в том числе попадания влаги, которой должно быть не более 0,02%, приводит к нерегламентированному соотношению реагентов и не соблюдению условий протекания реакции.

Все рассмотренные в работе [3] случаи приводят к тому, что процесс реакции замедляется, а компоненты подаются с постоянной скоростью, в результате чего возможно превышение предельно допустимой концентрации мономера. При уменьшении количества влаги или увеличении количества катализатора также возникает вероятность превышения предельно допустимой концентрации мономера.

Таким образом, при несоблюдении точных соотношений компонентов или при попадании примесей инициализируются побочные

¹ Кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры ЕНиОПД(С) Филиала ФГБОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический университет в г. Стерлитамаке

² Кандидат технических наук, доцент кафедры ЕНиОПД(С) Филиала ФГБОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический университет в г. Стерлитамаке

реакции и затухают основные с накоплением не вступившего в реакцию мономера. Дальнейшая спонтанная реакция может привести как к ухудшению качества продукции, так и инциденту или аварийной ситуации.

На третьем этапе в работах [3, 4] разработана модель работы полимеризатора, которая позволяет автоматически контролировать уровень рассогласования в контуре обратной связи путем сравнения текущего значения рассогласований с их априорно заданным значением. В результате данная модель приобретает способность к самостоятельной настройке, что при возникновении нестандартной ситуации позволяет в режиме реального времени выявить и устранить возникшие несоответствия. Таким образом, свойство самонастройки системы в целом приводит к повышению уровня безопасности установки и качества продукции.

Список литературы

1. Кулаков П. А., Шарафиев Р. Г., Ризванов Р. Г. Основные этапы анализа риска установки производства катионных нефтеполимерных смол и пути повышения безопасности // Безопасность жизнедеятельности, №5, 2009. - с. 14–17.
2. Попов Б. И., Шарафиев Р. Г., Ризванов Р. Г., Кулаков П. А. Анализ возможных опасностей при эксплуатации установки синтетического олигопипериленового каучука // Безопасность труда в промышленности, №12, 2006. – С. 60–63.
3. Кулаков П. А., Кулакова А. Ф., Шишкина А. Ф. Адаптивный алгоритм управления оптимизацией работы установки производства катионных нефтеполимерных смол по показателям повышения качества и безопасности // Алгоритмические и программные средства в информационных технологиях, радиоэлектронике и телекоммуникациях: сб. статей II международной заочной научно-технической конференции. / Поволжский гос. ун-т сервиса. – Тольятти: Изд-во ПВГУС, 2014. – 252 с. – С. 141–148.
4. Кулаков П.А., Шишкина А.Ф., Кулакова А.Ф. Адаптивный алгоритм управления дозированием реагентов при производстве катионных нефтеполимерных смол // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4; URL:<http://www.science-education.ru/118-14172> (дата обращения: 05.08.2014).

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-01-97032

УЗАГАЛЬНЕННЯ НЕЧІТКА МОДЕЛЬ ПРОЕКТУВАННЯ МАРКЕТИНГОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Маркетингова інформаційна система (МІС) підприємства є організаційно-економічною системою ієрархічної багаторівневої структури. Для її побудови необхідно використовувати методи системного аналізу, які надають змогу досліджувати складні проблеми вибору в умовах невизначеності, який складається з трьох етапів:

1) Метасистемний підхід – структурно-функціональний підхід маркетингової діяльності на підприємствах, визначення моделі ринку, цілі маркетингу на підприємстві, класифікації МІС та основні функції й задачі автоматизації, на їх основі створення еталонної системної архітектури і створення каталогу вимог до майбутньої МІС [1].

2) Концептуальний підхід – аналіз виду маркетингу на підприємстві (уточнення цілі автоматизації маркетингу), розподіл функцій між АРМ-маркетолога, підсистемою МІС, системою у цілому, тобто формування вимог під конкретне підприємство: функціональних, системних та архітектурних, котрі розглядаються з позицій об'єктно-орієнтованого підходу у трьохвимірних просторах. Для цього визначимо вид маркетингу та інших функціональних вимог за допомогою трикутників функцій приналежності, [2] таким же чином визначимо системні та архітектурні вимоги, тобто здійснимо фазифікацію вхідної інформації. Далі створюємо базу знань у вигляді сукупності нечітких предикативних правил макропроекткування *програмно-незалежних моделей* (фрагмент):

Якщо: Вид маркетингу – Конверсійний маркетинг;

І якщо: тип фахівця-маркетолога – фахівець з маркетингу;

І якщо: задача маркетингу – зниження ціни;

І якщо: клас задач маркетингу – структуровані;

І якщо: системна характеристика задач маркетингу – швидкодія;

І якщо: метод проектування – автоматизований;

І якщо: рівень архітектури МІС – однорівневий;

Тоді: технологія проектування – **COM/DCOM**;

І якщо: топологія МІС – локальна;

¹ д.т.н., професор, завідувач кафедри інформаційних управляючих систем ХНУРЕ

² к.т.н., доцент кафедри інформаційних управляючих систем та інформатики Кременчуцького університету економіки, інформаційних технологій і управління

Інакше: перелічимо всі задачі маркетингу у залежності від типу фахівця-маркетолога та восьми видів маркетингу.

Для дефазифікації використовуємо трапецидальні функції приналежності.

3) Тактичний підхід – розробка системної архітектури у вигляді забезпечуючого комплексу: інформаційного, математичного, програмного, технічного, методичного, ергономічного, право-юридичного, у відповідності до функціональної структури МІС. Дослідження проводилися математично за допомогою евристичного комплексного методу [3] та нечіткої бази знань для задач класифікації й реалізовані у вигляді моделей UPML та реалізованих мовами програмування. Створюємо базу знань у вигляді сукупності нечітких предикативних правил мікропроекування *програмно-залежних моделей* (фрагмент):

Якщо: організаційне забезпечення – АРМ-фахівця з маркетингу;

І якщо: правове забезпечення – АРМ-фахівця з маркетингу;

І якщо: ергономічне забезпечення – АРМ-фахівця з маркетингу;

І якщо: вхідна, вихідна і проміжна інформація об'єкту маркетингу у бази файлів – АРМ-фахівця з маркетингу;

І якщо: вхідна, вихідна і проміжна інформація об'єкту маркетингу у бази даних – АРМ-фахівця з маркетингу; *і т.д.*

Результат знаходимо за композиційним правилом Заде:

$$\begin{aligned} \mu_{y_0}(\xi) = & \min(\mu_{y_1}(\xi), \max(\min(\mu_{a_0}(\alpha), \mu_{a_1}(\alpha)), \min(\mu_{b_0}(\beta), \mu_{b_1}(\beta)), \\ & \min(\mu_{c_0}(\chi), \mu_{c_1}(\chi)), \min(\mu_{d_0}(\delta), \mu_{d_1}(\delta)), \min(\mu_{e_0}(\epsilon), \mu_{e_1}(\epsilon))), \\ & \min(\mu_{y_2}(\xi), \max(\min(\mu_{a_0}(\alpha), \mu_{a_2}(\alpha)), \min(\mu_{b_0}(\beta), \mu_{b_2}(\beta)), \\ & \min(\mu_{c_0}(\chi), \mu_{c_2}(\chi)), \min(\mu_{d_0}(\delta), \mu_{d_2}(\delta)), \min(\mu_{e_0}(\epsilon), \mu_{e_2}(\epsilon))))). \end{aligned} \quad (1)$$

Вперше запропонована нечітка модель макро та мікро проектування маркетингових інформаційних систем.

Список літератури

1. Костенко О.П. Математична модель передпроектного аналізу при проектуванні інформаційних систем / О.П. Костенко, Т.І. Костенко // Тези доповідей на XII Міжнародній науково-технічній конференції: 8 – 10 листопада 2013 р. – Кременчук: КрНУ імені М. Остроградського, 2013. – С. 152 – 153.
2. Левикін В.М. Розробка методу оцінки системних вимог до рішення маркетингових задач для проектування інформаційних систем / В.М. Левикін, О.П. Костенко, О.В. Петриченко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. ЗНТУ – 2012. - № 1. С. 123 – 129.
3. Левикін В.М. Розробка комплексного методу пошуку і оцінки проектних рішень для маркетингових інформаційних систем / В.М. Левикін, О.П. Костенко, О.В. Петриченко // Математичні машини та системи. Науковий журнал ІПММС. Київ. – 2012. – № 4. – С. 84 – 93.

РОССИЙСКАЯ НАУКА – СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

В конце 1980-х годов в СССР, одновременно с общественно-политическим кризисом, стал быстро нарастать кризис в области науки, который имел своим источником огромную утечку мозгов из страны. Он уже привел к катастрофическим последствиям для страны, однако продолжается до сих пор. Анализ этого беспрецедентного явления с различных сторон было посвящено много публикаций [1–5]. При этом часть публикаций не ограничивались анализом явления, а давали те или иные прогнозы на будущее [6, 7]. При этом многие высказанные разными авторами прогнозы сходились в том, что примерно к 2015 г. вследствие множества негативных тенденций (низкие зарплаты научных работников, продолжающаяся утечка мозгов, чиновничий произвол в управлении наукой и т.д.) российская наука может окончательно прекратить свое существование.

Контрольное время приближается, и стало интересно вновь проанализировать состояние российской науки и ответить на вопрос: действительно ли были правы те эксперты, которые предвещали крах российской науки, или же правы те, кто всегда говорили и говорят сегодня: все домислы о крахе российской науки – это сгущение красок и поклеп на нашу страну, в действительности же ничего страшного нет или даже «все хорошо, прекрасная маркиза!...». К счастью для исследователей (но к несчастью для России), ситуация с отечественной наукой сегодня в достаточной степени прояснилась, так что для ответа на поставленный вопрос нет необходимости прибегать к обширной статистике и сложным математическим методам ее обработки – достаточно просто посмотреть, реагирует ли еще наша наука на внешние воздействия или она уже перестала это делать. В первом случае, очевидно, можно говорить, что наука еще жива, во втором случае – нельзя. Разумеется, живая наука – не значит работоспособная. Но это другая тема. Из множества имеющихся и пригодных свидетельств для ответа на поставленный вопрос мы используем два наиболее ярких.

В ноябре 2012 года, выступая на заседании Совета по науке и образованию при президенте РФ, В.В. Путин – председатель этого Совета – пожаловался на то, что «Денег на науку не жалеем! За последние 10 лет объем расходов на науку увеличился на порядок: с 11 млрд. руб. в 2002 году до 328 млрд. руб. в 2012 году. А отдача явно недостаточна!» [8]. В апреле прошлого года на заседании Совета президент отметил, что «В российской науке позитивные тенденции набирают обороты: продолжается развитие системы грантовой поддержки, меняется ситуация

¹ д.т.н., профессор Пензенского ГТУ

и с заработной платой». В связи с этим заметим, что финансирование одной лишь государственной программы «Развитие науки и технологий», рассчитанной до 2020 г., предполагает увеличение бюджета от 145 млрд. рублей в 2013 г. до 170 млрд. в 2015 году и более чем 250 млрд. к 2020 г. [10]. Далее, президент выразил обеспокоенность тем, что «Рост бюджетных расходов на науку пока не дает нужной отдачи в виде патентов, новых технологий и инноваций». В приведенных высказываниях явно чувствуется претензия к российским ученым, которые, получая якобы все больше финансирования на научные исследования, не выдают в ответ «на-гора» все большее количество научных открытий, патентов, технологий и т.д. Но откуда такая уверенность президента в том, что у нас 1) есть необходимое число ученых соответствующего уровня и 2) государственное финансирование науки доходит конкретно до этих ученых? Настоящие ученые устроены так, что, получая деньги, они не тратят их на семечки, а запускают научные исследования, добиваясь новых научных результатов. Так что настоящие ученые – это своеобразные «преобразователи» финансирования науки в реальную отдачу – научные результаты, публикации, патенты, технологии, инновации и т.д. Поэтому, если рост бюджетных расходов на науку не дает реальной отдачи, что мы имеем сегодня в России, это означает, что в стране практически не осталось настоящих ученых соответствующего уровня либо такие ученые еще есть, но финансирование науки до них не доходит, а попадает в руки других людей, которые тоже обременены учеными степенями и званиями и занимают высокие посты в научно-образовательной сфере, но реально способны лишь к «освоению» отпущенных им финансовых средств. Очевидно, что сложившееся положение и можно трактовать как крах российской науки.

Таблица 1.

Год	Расходы на науку	% к расходам	Внутренние затраты в % к ВВП
2011	287,775	2,44	1,12
2012	323,4	2,54	1,1
2013	327,75	2,36	1,1
2014	283,6	2,36	1,17

Приведем еще одно яркое свидетельство о состоянии науки в Российской Федерации [9]. В 2012 году, по-видимому, впервые в истории нашего государства, было предпринято обстоятельное наукометрическое исследование состояния науки в 190 странах мира, с упором на выявление того места, которое занимает научная Россия среди других стран. В качестве наукометрических показателей были выбраны показатели – число научных статей в год, приходящееся на душу населения страны, и годовое изменение этого числа, также приходящееся на душу населения

страны. Эти показатели, по мнению исследователей, наиболее точно соответствуют интуитивному представлению о «насыщенности наукой» в стране и соответствующем тренде. Результаты проведенных исследований оказались для нас неутешительны [9]. Они показали, что в то время как научно развитые государства (Западная Европа, Северная Америка, Австралия, Новая Зеландия, Сингапур, Гонконг, Тайвань, Южная Корея, Чехия, Словения, Хорватия, Эстония) имеют по 20 ± 10 научных статей в год на 10 тыс. человек населения и изменение числа научных статей по $1,5 \pm 1,0$ в год на 10 тыс. человек населения, а научно развивающиеся страны (Китай, Африка, Латинская Америка, Индия, Турция, Иран) имеют показатели на уровне соответственно $2,5 \pm 2,5$ и $0,25 \pm 0,5$, у России эти показатели равны соответственно 1,44 и 0,013. Российская Федерация по относительному числу ежегодно публикуемых научных статей отстает от научно развитых стран в $20/1,44 \approx 14$ раз, а по приросту количества публикаций в год отстает от них аж в $1,5/0,013 \approx 115$ раз! По этим показателям Российская Федерация уже сейчас не принадлежит ни к научно развитым странам, для которых характерно большое относительное число публикаций, ни хотя бы к научно развивающимся странам, у которых высокий ежегодный прирост количества публикаций, позволяющий им догонять развитые государства. Место России сегодня среди научно отстающих стран с малым ежегодным относительным числом публикаций и практически нулевым ежегодным приростом числа публикаций, вследствие чего эти страны (Бангладеш, Беларусь, Венесуэла, Верхняя Вольта, Гвинея-Бисау, Киргизия, Молдова, Намибия, Россия, Северная Корея, Украина и др.) все больше отстают в научном отношении от научно развитых и развивающихся стран. Финалом такого развития этих стран может стать их исчезновение через определенное время с научной карты мира. Для России, по подсчетам [9], это событие наступит в 2018 году, когда процитированная доля РФ в мировой научной продукции составит не более 0,4%.

Вышеприведенные данные о состоянии науки в современной России, сравнительно с состоянием науки в других странах мира, свидетельствуют о том, что наука в Российской Федерации, как единое целое, по-видимому, не существует. Это ясно из того, что ежегодный прирост числа публикаций российских ученых практически равен 0, т.е. наша наука в целом больше не реагирует на увеличение ее финансирования государством увеличением научной продукции, а лишь «осваивает» отпускаемые финансовые средства. Сказанное не означает, что в РФ больше не осталось действующих ученых, отмечаемых в мире. Они есть в физике (6% мировых публикаций), химии (4% публикаций), науках о земле (4%), математике (3,5%). Однако их численность сегодня составляет не более 3% общего числа научных работников страны, а вклад в мировую публикационную активность быстро падает (на 2,5%–5% в год).

Возникает естественный вопрос: можно ли в сложившейся

ситуации разработать и реализовать программу построения новой, полноценной науки в России (речь может идти только о построении новой, а не о восстановлении старой науки, поскольку последняя уже явно не подлежит восстановлению)? Чтобы ответить на этот вопрос, разберемся сначала с тем, нужны ли вообще России наука и ученые? Передо мной сводка годовых зарплат профессоров и ученых высшего ранга (в России – докторов наук, ведущих научных сотрудников), нормированных относительно доли ВВП страны на душу населения [9]. Сводка охватывает 28 стран мира. Из нее, например, следует, что Российская Федерация стоит на последнем месте по данному показателю, более того, является единственной страной, в которой указанная зарплата меньше, чем доля ВВП на душу населения! Например, в Малайзии эта зарплата в шесть раз выше доли ВВП страны на душу населения, в ЮАР – в 12 раз, в Индии – в 25 раз, в Эфиопии – в 28 раз, в Нигерии – аж в 32 раза! Так что даже в Нигерии понимают, что высокоученым людям надо платить в разы больше, чем, скажем, дворнику. Неужели же этого не понимают в Москве? Понимают, все там понимают – только приоритеты в Москве другие, и это главное! В соответствии с этими приоритетами российским профессорам и ученым высшего ранга и выплатам зарплату дворника, тем самым демонстрируя, что, с точки зрения правительства, наука и ученые России не нужны. В этих условиях разработка и реализация каких бы то ни было серьезных программ, связанных с наукой в России, сегодня невозможны. Так что же делать научно-педагогическим работникам? Ответ очевиден – ни на кого не рассчитывать и действовать по хорошо известному правилу «Спасение утопающих – дело рук самих утопающих». И при этом иметь в виду, что на очереди теперь образование....

Список литературы

1. Гинзбург В.Л. Чужие? Нет, свои! // Поиск. – 1999. – № 52.
2. Гвоздева С. Интеллектуальная собственность – ценнейший капитал государства // Управление персоналом. – 2001. – № 10.
3. Львов Д.С. Государство пытается науки побеждать // Новая газета. – 2005. – № 1.
4. Ершов Н. Минобрнауки РФ работает на Запад // Гудок. 2004. № 230.
5. Осипов Ю.С., Садовничий В.А. О роли науки и образования в современном мире // Поиск. – 2005. – № 1.
6. Левин В.И. Фундаментальная наука в России: есть ли у нее будущее // Вестник высшей школы (Alma mater). – 2010. – № 11.
7. Малинецкий Г.Г. Модернизация России и проектирование будущего // Математика. Образование. Материалы 19 Международной конференции. – Чебоксары: Изд-во Чувашского ун-та, 2011.
8. Под градом грантов // Поиск. – 2012. – № 44.
9. Зеленский М. Где мы? Троицкий вариант. 17.07.12.
10. <http://ria.ru/science/20131218/984928291.html#ixzz2nuzlc8lj>.

ИНТЕРВАЛЬНО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

Встречающиеся на практике системы характеризуются той или иной степенью неопределенности. Для построения и исследования таких систем чаще всего применяют математический аппарат теории вероятностей [1], нечетких множеств [2] и интервальной математики [3]. В нашей работе предлагается впервые новый математический аппарат для исследования недетерминированных систем – интервально-дифференциальное исчисление. Этот аппарат, в отличие от названных выше, нацеленных на исследование статических систем, применим к изучению динамических систем. Он является аналогом классического дифференциального исчисления для систем с неопределенными параметрами интервального вида.

Используем интервальную алгебру [3, 4]. Операнды в ней есть замкнутые вещественные интервалы, определяемые как множества

$$\tilde{a} \equiv [a_1, a_2] \equiv \{a \mid a_1 \leq a \leq a_2\}. \quad (1)$$

Указанные операнды можно назвать интервальными числами. Операции \circ над такими числами $\tilde{a} = [a_1, a_2], \tilde{b} = [b_1, b_2]$ можно ввести как теоретико-множественные обобщения операций над вещественными числами a, b :

$$\tilde{a} \circ \tilde{b} = \{a \circ b \mid a \in \tilde{a}, b \in \tilde{b}\}. \quad (2)$$

Таким образом, основные операции над интервальными числами

$$\begin{aligned} \tilde{a} + \tilde{b} &= \{a + b \mid a \in \tilde{a}, b \in \tilde{b}\}, & \tilde{a} - \tilde{b} &= \{a - b \mid a \in \tilde{a}, b \in \tilde{b}\}, \\ k \cdot \tilde{a} &= \{k \cdot a \mid a \in \tilde{a}\}, \\ \tilde{a} \cdot \tilde{b} &= \{a \cdot b \mid a \in \tilde{a}, b \in \tilde{b}\}, & \tilde{a} / \tilde{b} &= \{a / b \mid a \in \tilde{a}, b \in \tilde{b}\}. \end{aligned} \quad (3)$$

На базе определений (3) операций над интервальными числами можно вывести формулы для вычисления результатов этих операций [3]

¹ д.т.н., профессор Пензенского ГТУ

$$\begin{aligned} \tilde{a} + \tilde{b} &\equiv [a_1, a_2] + [b_1, b_2] = [a_1 + b_1, a_2 + b_2], \tilde{a} - \tilde{b} \equiv [a_1, a_2] - [b_1, b_2] = [a_1 - b_2, a_2 - b_1], \\ k \cdot \tilde{a} &\equiv k \cdot [a_1, a_2] = \begin{cases} [ka_1, ka_2], k > 0, \\ [ka_2, ka_1], k < 0, \end{cases} \tilde{a} \cdot \tilde{b} \equiv [a_1, a_2] \cdot [b_1, b_2] = [\min_{i,j}(a_i \cdot b_j), \max_{i,j}(a_i \cdot b_j)], \\ \tilde{a} / \tilde{b} &\equiv [a_1, a_2] / [b_1, b_2] = [a_1, a_2] \cdot [1/b_2, 1/b_1]. \end{aligned} \quad (4)$$

Интервальную функцию [5] вводят как однозначное отображение множества вещественных интервалов $\{\tilde{x}\}, \tilde{x} = [x_1, x_2]$ (1) на такое же множество

$$\{\tilde{y}\}, \tilde{y} = [y_1, y_2]: \tilde{y} = \tilde{f}(\tilde{x}), \quad (5)$$

где \tilde{x} называется интервальной независимой переменной, \tilde{y} – интервальной зависимой переменной, \tilde{f} – интервальной функцией.

Введем понятие предела интервальной функции (5). Рассмотрим независимую переменную $\tilde{x} = [x_1, x_2]$ этой функции. Будем говорить, что \tilde{x} в процессе своего изменения неограниченно приближается к предельному интервалу $\tilde{x}_0 = [x_{01}, x_{02}]$, если в указанном процессе x_1 неограниченно приближается к x_{01} , а x_2 – к x_{02} . Символически это неограниченное приближение интервального аргумента \tilde{x} к пределу \tilde{x}_0 показывается так:

$$(\tilde{x} \rightarrow \tilde{x}_0) \equiv (x_1 \rightarrow x_{01}, x_2 \rightarrow x_{02}) \equiv (\lim x_1 = x_{01}, \lim x_2 = x_{02}). \quad (6)$$

Зависимая переменная \tilde{y} функции (5) в процессе изменения может неограниченно приближаться к предельному интервалу $\tilde{y}_0 = [y_{01}, y_{02}]$, т.е.

$$(\tilde{y} \rightarrow \tilde{y}_0) \equiv (y_1 \rightarrow y_{01}, y_2 \rightarrow y_{02}). \quad (7)$$

Если неограниченное приближение переменной \tilde{y} интервальной функции (5) к интервалу \tilde{y}_0 вызвано неограниченным приближением переменной \tilde{x} к \tilde{x}_0 , говорится, что предел интервальной функции (5) при $x \rightarrow \tilde{x}_0$, равен \tilde{y}_0 . Символически

$$\lim_{\tilde{x} \rightarrow \tilde{x}_0} \tilde{y} = \tilde{y}_0 \quad \text{или, по-другому,} \quad \lim_{\tilde{x} \rightarrow \tilde{x}_0} \tilde{f}(\tilde{x}) = \tilde{y}_0. \quad (8)$$

Если интервальная функция (5) непрерывная, т.е. как нижняя, так и

верхняя границы интервала \tilde{y} (т.е. зависимой переменной) являются непрерывными функциями нижней и верхней границ интервала \tilde{x} , то предел функции (5) равен значению функции от предельного значения аргумента:

$$\lim_{\tilde{x} \rightarrow \tilde{x}_0} \tilde{f}(\tilde{x}) = \tilde{f}(\tilde{x}_0). \quad (9)$$

Рассмотрим произвольную интервальную функцию вида (5). Будем считать ее непрерывной. Зафиксируем некоторое значение $\tilde{x}_0 = [x_{01}, x_{02}]$ независимой переменной. Этому значению, в силу непрерывности интервальной функции, будет соответствовать некое фиксированное значение функции $\tilde{y}_0 = \tilde{f}(\tilde{x}_0)$. Определим приращения независимой и зависимой переменных нашей функции относительно их указанных фиксированных значений

$$\Delta \tilde{x} = \tilde{x} - \tilde{x}_0, \quad \Delta \tilde{y} = \tilde{y} - \tilde{y}_0 = \tilde{f}(\tilde{x}) - \tilde{f}(\tilde{x}_0) \quad (10)$$

и составим отношение второго приращения к первому

$$\Delta \tilde{y} / \Delta \tilde{x} = (\tilde{y} - \tilde{y}_0) / (\tilde{x} - \tilde{x}_0) = (\tilde{f}(\tilde{x}) - \tilde{f}(\tilde{x}_0)) / (\tilde{x} - \tilde{x}_0). \quad (11)$$

Возьмем предел отношения (11) при неограниченном приближении независимой переменной \tilde{x} к ее фиксированному значению \tilde{x}_0 :

$$\lim_{\tilde{x} \rightarrow \tilde{x}_0} \Delta \tilde{y} / \Delta \tilde{x}. \quad (12)$$

Предел (12), если он существует, будем называть интервальной производной от функции (5) и обозначать $\tilde{y}'_{\tilde{x}_0}$ или же $\tilde{f}'_{\tilde{x}_0}(\tilde{x})$. Таким образом,

$$\tilde{y}'_{\tilde{x}_0} = \tilde{f}'_{\tilde{x}_0}(\tilde{x}) = \lim_{\tilde{x} \rightarrow \tilde{x}_0} \Delta \tilde{y} / \Delta \tilde{x}. \quad (13)$$

Теорема 1. Для того чтобы в точке \tilde{x}_0 существовала интервальная производная от функции (5), определяемая формулами (10)–(13), необходимо и достаточно, чтобы в некоторой окрестности этой точки, включая ее саму, все значения независимой переменной \tilde{x} были невырожденными интервалами (интервалами с несовпадающими нижней и верхней границами).

Теорема 2. Интервальная производная от непрерывной

интервальной функции (5), определяемая для произвольной точки \tilde{x}_0 формулами (10)–(13) как предел, может быть выражена в конечном виде:

$$\tilde{y}'_{\tilde{x}_0} \equiv \tilde{f}'_{\tilde{x}_0}(\tilde{x}) = (\tilde{f}(\tilde{x}_0) - \tilde{f}(\tilde{x}_0)) / (\tilde{x}_0 - \tilde{x}_0). \quad (14)$$

С первого взгляда выражение (14) выглядит как неопределенность вида $0/0$, но это неверно: по теореме 1 у любой существующей в точке \tilde{x}_0 интервальной производной интервал \tilde{x}_0 невырожден и потому, по (4), разности $\tilde{x}_0 - \tilde{x}_0$ и $\tilde{f}(\tilde{x}_0) - \tilde{f}(\tilde{x}_0)$ не равны нулю (интервалу $[0,0]$).

Производная $\tilde{f}'_{\tilde{x}}(\tilde{x})$ от интервальной функции $\tilde{f}(\tilde{x})$ также является интервальной функцией, зависящей от того же аргумента \tilde{x} , что позволяет продолжить процесс нахождения интервальных производных функций, вычислив сначала 2-ю производную $\tilde{f}''_{\tilde{x}}(\tilde{x})$ (производную от $\tilde{f}'_{\tilde{x}}(\tilde{x})$), затем третью производную $\tilde{f}'''_{\tilde{x}}(\tilde{x})$ (производную от $\tilde{f}''_{\tilde{x}}(\tilde{x})$) и т.д., вплоть до производной любого n -го порядка.

Список литературы

1. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей. – М.: Наука, 2004.
2. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976.
3. Алефельд Г., Херцбергер Ю. Введение в интервальные вычисления. – М.: Мир, 1987.
4. Левин В.И. Интервальные методы оптимизации систем в условиях неопределенности. Пенза: Изд-во Пензенского технол. ин-та, 1999.
5. Левин В.И. Оптимизация в условиях интервальной неопределенности. Метод детерминизации // Автоматика и вычислительная техника. – 2012. – № 4.

УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ЯК МІЖДИСЦИПЛІНАРНА КАТЕГОРІЯ

Інноваційна діяльність у ринкових умовах визначає конкурентоспроможність підприємств, однак така діяльність в той самий момент пов'язана з ризиком. Ризик-орієнтовані рішення призводять до більш ефективного виробництва, від якого отримують свою користь підприємці, споживачі, суспільство в цілому.

Складність впливу ризику є одночасно як причиною можливих збитків, так і джерелом можливого прибутку. Основна задача управління ризиками – не відмовитись від ризику взагалі, а приймати рішення, пов'язані з ризиком, ґрунтуючись на об'єктивних критеріях.

Управління ризиком – багатоступеневий процес, який має на меті зменшити або компенсувати втрати для об'єкту при настанні несприятливих подій. Процес управління ризиками зазвичай включає аналіз та ідентифікацію ризику, якісну оцінку ризику, кількісну оцінку ризику, контроль ризику, безпосередньо вибір способів управління ризиками і моніторинг.

Управління ризиками є міждисциплінарним процесом і охоплює одночасно всю діяльність підприємства, відбиваючись безпосередньо у економічних результатах (збільшенням або зменшенням прибутку відносно запланованого рівня або збитками). Під процес управління ризиками повинні потрапляти стратегія підприємства, що включає вид підприємницької діяльності, продукцію, яка виробляється або розробляється, будь-які контакти з іншими підприємствами (постачальниками), щоденна діяльність, яка виконується в процесі виробництва.

Загалом зміни в економіці України відбуваються на основі програмно-цільового методу управління, у відповідності з яким створюється ряд міжнародних, державних, регіональних, галузевих та об'єктних цільових програм. Кожна з програм представляє собою комплекс взаємопов'язаних проєктів.

Управління проєктами в якості двох основних факторів визначає тривалість виконання проєкту та витрати на його виконання. За такого підходу проєкт розглядається як зміна початкового стану будь-якої

¹ к.т.н., доцент кафедри програмних засобів Запорізького національного технічного університету

системи, пов'язана з витратами коштів та часу. Таким чином, будь-яка підприємницька діяльність може розглядатися як система інвестиційних проєктів, а управління ними – як управління інвестиціями.

В оптимізаційних задачах ризик є фактором прийняття рішень, не враховуючи який неможливо приймати ефективні управлінські рішення. У таких умовах зазвичай розглядається набір альтернатив та враховується декілька факторів: прибуток, тривалість діяльності та ризик неуспішності. Тоді виникає задача максимізувати рівень прибутку за умови одночасної мінімізації рівня ризику та рівної тривалості виконання альтернатив підприємницької діяльності, яка за своєю сутністю є задачею оптимального стохастичного управління зі скінченим горизонтом та направлена на оптимізацію та управління динамічною системою за умов обмежень на управління [1]. Такий підхід зокрема може використовуватися під час вибору альтернативних проєктів для виконання в процесі реалізації підприємницької діяльності.

Водночас управління ризиками пов'язано з тією діяльністю, яку виконує підприємство в процесі роботи над проєктами. Для цього необхідно ідентифікувати ризики діяльності, після чого кожному ідентифікованому ризику встановити пріоритет, для визначення якого необхідно оцінити ймовірність їх виникнення та можливі наслідки. Так наприклад, до основних ризиків проєктів з розробки програмного забезпечення належать: внутрішні проблеми календарного планування, зміна вимог, плінність кадрів, порушення специфікацій, низька продуктивність [2].

Таким чином, процес управління ризиками необхідно розглядати як міждисциплінарну категорію, без впровадження якої в діяльність підприємства на всіх етапах за допомогою використання відповідних інформаційних технологій неможливо досягти стабільних ефективних результатів.

Список літератури

1. Лёвкин, В.Н. Принятие решений при комплексном управлении инвестициями [Текст] / В.Н. Лёвкин, В.И. Дубровин // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2013. – № 2. – С. 168–172.
2. DeMarco, T. *Waltzing with Bears : Managing Risk on Software Projects* [Текст] / Tom DeMarco, Timothy Lister. – New York : Dorset House Publishing, 2003. – 208 p.

РОЗРОБКА МОДЕЛІ ТА СХЕМИ КЕРУВАННЯ МАНІПУЛЯТОРОМ ТИПУ «РУКА»

Маніпулятор при вільному переміщенні робочого органа представляє собою просторовий механізм з розімкненим кінематичним ланцюгом. Його ланки зв'язані кінематичними парами п'ятого класу (обертальним, поступальним), оснащеними приводами. Маніпулятори забезпечуються захватними пристроями, призначені для захвату і утримування об'єкта маніпулювання. При виконанні різноманітних, часто заздалегідь передбачуваних робіт використовуються маніпулятори, керовані оператором за допомогою органів управління, установлених стаціонарно або поблизу захвату.

Серед дистанційно-керованих маніпуляторів можна виділити копіювальні маніпулятори у яких в якості органів управління використовуються задаючі маніпулятори, виконані або в вигляді точної копії робочого органу маніпулятора, або в деякому масштабі до нього.

Останнім часом широке розповсюдження отримали дистанційні маніпулятори, що передають рух оператора в тривимірному просторі. Прикладом таких пристроїв являється маніпулятор типу «миша», дозволяючи відстежити рух руки в тривимірному просторі, роботизованої системи для проведення хірургічних операцій і т.д. При розробці подібних пристроїв виникають задачі, пов'язані зі створенням інтелектуального драйверу, здатного відстежити такі рухи. В даній роботі розглядаються проблеми, які виникають при розробці такого драйверу [1]. Для побудовання моделі маніпулятора першочергово пропонується розробити конструкцію і схему керування ланок маніпулятора з ПК, а також систему зчитування даних з кисті людини для передачі руху маніпулятору. Алгоритм читання з кисті руки оператора представлений на рис. 1. У якості механічної частини маніпулятора пропонується конструкція, що наведена на рис.2. Рух ланок («пальців») маніпулятора відбувається шляхом їх переміщення за допомогою крокових двигунів через редуктор.

Також в даній роботі було розроблено схему керування кроковими двигунами, яка складається з мікроконтролера, що з'єднується з комп'ютером для отримання даних про необхідний рівень згинання

¹ канд.техн.наук., доц. каф. ІТЕЗ ЗНТУ

² студ. гр. РТ-110 ЗНТУ

«пальців» маніпулятора і передає їх в вигляді кроків схемі керування кроковими двигунами [2].

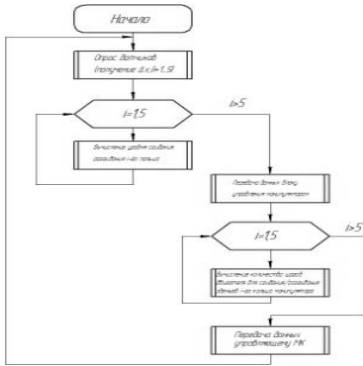


Рисунок 1. Алгоритм читання даних з кисті руки оператора і перетворення їх в управляючі сигнали маніпулятора

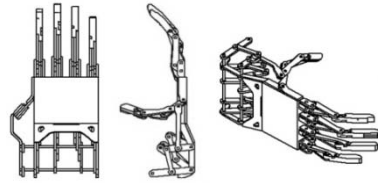


Рисунок 2. Ескіз механічної частини розробленого маніпулятора типу «рука»

Систему зчитування даних з кисті руки оператора пропонується сконструювати на основі рукавиці, яку оператор буде одягати на кисть. Вдвож пальців руки за допомогою направляючих приєднуються троси, закріплені з підпружиненим металевим пальцем.

У якості датчиків для визначення зміщення планок пропонується використовувати датчики переміщення, що застосовуються в оптичних маніпуляторах типу «миша»[3].

Список літератури

1. Бурдаков, С. Проектирование манипуляторов промышленных роботов и роботизированных комплексов [Текст] / С. Бурдаков – М.: Мир, 1986. - 262 с.
2. Шахинпур, М. Курс робототехники [Текст] / М. Шахинпур – М.: Мир, 1990.- 527 с.
3. Юрьевич, Е. Основы робототехники [Текст] / Е. Юрьевич – Ленинград.: Машиностроение, 1985.- 271 с.

СИСТЕМА ПОЗИЦІОНУВАННЯ ГРУПИ МОБІЛЬНИХ РОБОТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ДАТЧИКІВ НА ПРИКЛАДІ ВІБРОХОДІВ

В сучасних умовах стрімкого розвитку науки та технологій одним із ключових напрямків технічного прогресу являється робототехніка.

Робототехніка – це прикладна наука, що займається розробкою автоматизованих технічних систем і являє собою важливу технічну основу інтенсифікації виробництва.

Метою роботи є розробка власної системи позиціонування для групи мобільних роботів [1] та розробка конструкції робота для перевірки її роботи.

Запропоновано систему, що складається з трьох базових станцій, на яких розміщені передавачі ультразвукового сигналу, та приймача, розміщеного на роботизованій платформі. Кожна з базових станцій працює на індивідуальній частоті та з власним періодом передавання сигналу в ефір. Робот очікує приходу сигналу по черзі від кожної станцій та аналізує час затримки між отриманням сигналу та очікуваним часом приходу сигналу. Знаючи час затримки, робот розраховує відстань від нього до базових станцій, визначає своє розташування та наступний напрямок руху.

Головною потенціальною областю застосування розроблюваного робота є середовище колективного функціонування, коли група роботів, здатних до самоорганізації, рухається узгоджено, виконуючи задану програму та враховуючи особливості позиціонування та взаємного розташування окремих роботів в кожний момент часу [2].

Одиночний робот, яким би інтелектуальним він не був, може використовуватись лише для рішення певних задач, або виконання достатньо простих операцій оскільки він має відносно обмежені можливості. Це зумовлене тим, що одна модель не може достатньо щільно просканувати робочий периметр, та може використовуватись лише для вирішення вузького спектру задач. Вирішеннями цієї проблеми є використання групи із однакових роботів, що значно підвищує вірогідність виконання задач, що досягається за рахунок можливості

¹ канд. техн. наук., доц. каф. ІТЕЗ ЗНТУ

² асист. каф. ІТЕЗ ЗНТУ

³ студ. гр. РТ-110 ЗНТУ

перерозподілу цілей між роботами групи у випадку виходу із строю декількох із них. При цьому виникають нові проблеми групового взаємозв'язку, пов'язані з необхідністю обміну даними між окремими платформами при їх переміщенні та можливістю зіткнень окремих роботів один з одним.

Особливістю розроблюваного нами робота на вібродвигунах є відносна простота виготовлення, невисока вартість конструкції в цілому, можливість виконання обертання розробленої моделі на довільний кут, а також можливість автономного спільного функціонування декількох роботів без використання зовнішньої управляючої системи [3].

Окремо треба позначити корінну відмінність розроблюваного пристрою від більшості роботів – переміщення за допомогою вібродвигунів. При конструюванні робота, що рухається за допомогою коліс, або крокуючого робота, можливо відстежити його переміщення за допомогою колеса з оптопарою, або ж оптоприймача, аналогічного до того, що використовується в оптичній комп'ютерній миші. Коли ж ми розробляємо робота, який рухається за рахунок надання вібраційних імпульсів, то ми не можемо в точності контролювати його переміщення, особливо на нерівній поверхні, що викликає ряд проблем, пов'язаних з керуванням і позиціонуванням робота на поверхні. Рішення цих питань можливе з використанням додаткових елементів в конструкції робота та відповідного програмного забезпечення мікроконтролера, що використовується.

Список літератури

1. Карпов, В.Э. Коллективное поведение роботов. Желанное и действительное. [Текст] / В.Э. Карпов // Современная мехатроника. Сб. научн. трудов Всероссийской научной школы (г. Орехово-Зуево, 22–23 сентября 2011), Орехово-Зуево: , 2011, с.35–51, -132с.
2. Каляев, И.А. Программно-аппаратный комплекс для моделирования систем управления движением мобильных роботов в виртуальной среде [Текст] / И.А. Каляев, С.Г. Капустян, Л.Ж. Усачев, О.А. Луконин // Информационные технологии.-1998.-№ 6.- С. 9–13.
3. Вибро- роботы имитируют поведение роя [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://relax.ru/post/35305/vibro-roboty-imitiruyut-povedeniya-roya-video.html>

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ВИБІРКОВИХ ДАНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРЧИХ КУЛЬТУР НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ІХ ЗОБРАЖЕНЬ

Запропоновано методику автоматизованого визначення кількісних та якісних показників вибіркового насіння соняшнику на основі аналізу зображень вибірки шляхом визначення геометричних інваріантів та порогової класифікації зображень.

При проведенні різних видів досліджень в агрономії доводиться при обробці експериментальних вибіркового даних і визначенні різних статистичних характеристик, виконувати великий обсяг одноманітних дій, пов'язаних з підрахунком кількості елементів вибірки, визначенням їхніх геометричних характеристик, класифікації елементів вибірки за різними типами критеріїв. Так, при дослідженні технологій збирання врожаю соняшника і якісних показників насіння доводиться визначити кількість, розмір насіння соняшника в окремих кошиках, та інші характеристики. Внаслідок порушення умов збирання врожаю соняшнику виникають пошкодження насіння (травмування). Існує важлива задача виявлення відсотку ушкодженого насіння. Це виконують або «вручну», або визначають тільки усереднені показники на основі обробки вибіркового даних, що приводить до істотних часових витрат, є трудомістким, результати досліджень обтяжені суттєвими похибками. Таким чином, існує проблема автоматизації процесу підрахунку кількості насіння у кошиках соняшника, визначення їхніх геометричних характеристик та кількості травмованого насіння з метою отримання достовірної інформації про статистичний закон розподілу розміру насіння соняшнику у кошиках та ступінь пошкодження насіння. Рішення поставленої проблеми пропонується провести в такий спосіб – сфотографувати серію вибірок насіння з окремих кошиків, і, шляхом методів обробки, розпізнавання та аналізу отриманих зображень, визначити необхідні статистичні характеристики вибірки.

З метою автоматизації процесу підрахунку вибіркового даних, а саме, кількості насіння соняшнику в кошиках та виявлення кількості та відсотку травмованого насіння в вибірці пропонується спеціальний програмний модуль.

Виходячи зі специфіки зображення насіння соняшника, а саме, наявності істотної різниці яскравості зображення насіння і тла, несуттєве

¹ д.т.н., зав. каф. Інформаційних технологій Таврійського державного агротехнологічного університету

² к.т.н., проф. каф. Програмної інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки

зашумлення зображення, можливість впливати на розташування зображень пошуку (насіння на фотографії), пропонується при розробці програмного модуля використати методи контурного аналізу.

Розроблено програмний модуль визначення кількості шуканих об'єктів та їх характеристик шляхом визначення їхніх границь на цифровому зображенні вибірки насіння відповідно до запропонованої послідовності етапів контурного аналізу, а саме: попередня обробка зображення для спрощення подальшого аналізу (згладжування, видалення шумів, збільшення контрасту); бінарізація зображення – виділення на зображенні контрастних областей; застосування детектору країв Кені; виділення контурів об'єктів; визначення геометричних характеристик виділених об'єктів – довжину контурів, площі області, яка обмежена контуром, компактність; перевірка належності виділених об'єктів зображення до заданого класу, тобто, сортування контурів за ознакою травмованості.

Для виявлення пошкодженого насіння у вибірці та розрахунку відсотку пошкоженості пропонується провести пошук на основі аналізу параметра компактності областей, які є зображеннями окремого насіння. Область зображення непошкодженого насіння «еліпсоподібна». Для пошкодженого насіння область зображення його є невивуклою, на відміну від непошкодженого. Таким чином, при практично однакових площах областей зображення насіння, периметр області пошкодженого насіння суттєво більше ніж периметр непошкодженого. Класифікацію насіння по зображенню вибірки пропонується провести шляхом аналізу інваріантного признаку – компактності області зображення об'єктів.

Для визначення порогового значення компактності при класифікації насіння необхідно спеціально провести аналіз класифікаційного признаку. Для цього створюється база тестових зображень двох типів – тільки пошкоджене насіння і тільки непошкоджене, та експериментальним шляхом визначається порогове значення.

Програмний модуль розроблено в середовищі Microsoft Visual Studio мовою програмування C# на основі застосування набору бібліотек OpenCV Sharp.

Список літератури

1. Вапник В. Н. Теория распознавания образов / В. Н.Вапник, А.Я. Червоненкис // - М.: Наука, 1974. - 416 с.
2. Горелик А.Л. Методы распознавания / А.Л. Горелик, В.А. Скрипкин // – М.: Высшая школа, 2004. – 262 с.
3. Гонсалес Р. Принципы распознавания образов / Ту Дж., Р.Гонсалес // – М.: Наука, 1978. – 258 с.

НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ДЕФЕКТΟΣКОПИИ

Ракетно-космическая отрасль и авиастроение все чаще используют в своем производстве композитные материалы. Спецификой этих отраслей является уникальность и высокая стоимость узлов и агрегатов и отсутствие массового серийного производства, поэтому так важен контроль изделий.

Поверхность композитных материалов вследствие волокнистой текстуры армирующей ткани характеризуется обычно значительной шероховатостью. Для поиска и оценки геометрических параметров трещин предлагается использовать бесконтактный метод вихревых токов. Необходимость увеличения чувствительности накладных вихретоковых датчиков к мелким и коротким поверхностным трещинам, разрывающим один или два слоя армирующей ткани, приводит к существенному уменьшению радиальных размеров датчиков. При этом влияние шероховатости на сигналы датчиков значительно усиливается, становится сравнимым, а в ряде случаев и превышает амплитуду модуляционного импульса поверхностного дефекта. В таких условиях актуальным становится распознавание модуляционных сигналов от поверхностных трещин на фоне значительного шума.

Шумы, возникающие при сканировании композитных материалов можно описать как аддитивный белый гауссов шум (awgn – additive white Gaussian noise), который характеризуется равномерной спектральной плотностью, нормально распределенным значением амплитуды и аддитивным способом воздействия на сигнал.

Для решения поставленной задачи предлагается использовать многослойную полносвязанную нейронную сеть прямого распространения, которая широко используется для классификации образов. В качестве алгоритма обучения наиболее успешным является алгоритм обратного распространения ошибки.

Для моделирования сигналов используется выражение:

$$y(x) = \exp(-1,5x^2) - \exp(-3x^2) \quad (1)$$

где x – удаленность от дефекта, $y(x)$ – амплитуда, приведенная к величине динамического диапазона аналогово-цифрового преобразователя.

¹ Канд. техн. наук, доцент каф. ЭВМ ДНУ

Сначала обучение выполнялось на идеальных сигналах, затем на сигналах, которые подвергаются воздействию белого гауссового шума. Для обучения использовался алгоритм Левенберга-Марквардта, который настроен на минимизацию среднеквадратичной функции ошибок.

Была проведена оценка эффективности функционирования созданной нейронной сети. К сигналу, описываемому выражением (1) добавлялся аддитивный белый нормальный шум $z=awgn(y(x), SNR)$. В процессе эксперимента изменялось отношение сигнал\шум (*signal-to-noise ratio*, (*SNR*)). Чем больше эта величина, тем меньше шум влияет на характеристики сигнала.

Проверка функционирования производилась на 100 тестовых наборах при различных значениях отношения сигнал\шум. Затем оценивалось количество ошибочных классификаций и вычислялся процент ошибок. Соответствующий график погрешности сети приведен на рис. 1 (сплошная линия – идеальные сигналы, пунктирная линия – сигналы с шумом).

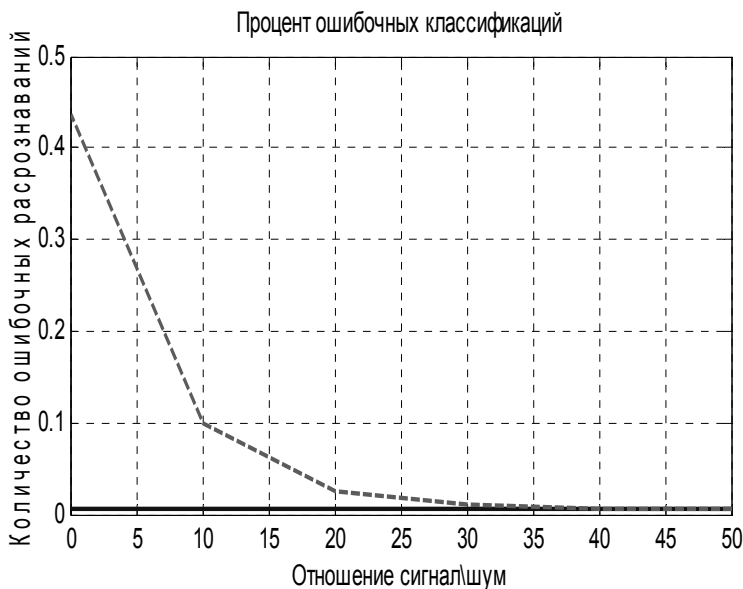


Рисунок 1. Зависимость погрешности сети от значения SNR

Изменяя отношение сигнал\шум от 50 до 0, получили резкое увеличение количества ошибок.

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПСИХОДІАГНОСТИЧНОГО ТЕСТУВАННЯ ГОТОВНОСТІ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ПРОФЕСІЙНА ОСВІТА. КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ» ДО ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

В умовах соціально-економічних змін, що відбуваються в сучасному суспільстві, особливого значення набувають проблеми професійної свідомості особистості. Освіта зосереджує свою увагу на розвитку особистості, реалізації унікальних людських можливостей та підготовці майбутніх фахівців до професійної діяльності в реальних умовах. Формування особистості, здатної до реалізації своїх можливостей, здорової, соціально-стійкої і одночасно мобільної, яка адаптується, здатна виробляти й змінювати власну стратегію в мінливих обставинах і бути щасливою – така справжня мета і критерій успішності сучасної освіти.

Успішне виконання професійної діяльності передбачає насамперед високу ступінь психологічної та професійної готовності студента. Однак практика сьогодення показує, що зв'язок між ВНЗ і сферою діяльності випускників не завжди реальний. Наявні в літературі дані показують, що існує певний зв'язок між успішністю професіонала в будь-якому виді професійної діяльності, якістю професійної підготовки і розвитком професійної самосвідомості. Становлення професіонала можливе лише в результаті єдності професійного та особистісного розвитку. Виходячи з вище зазначеного ми визначили актуальним дослідження психологічної готовності до майбутньої професійної діяльності студентів спеціальності «Професійна технологія. Комп'ютерні технології» з метою визначення якостей, які слід розвивати відповідно до посад в освітній та виробничій сфері діяльності даного спеціаліста. Психологічна готовність включає в себе з однієї сторони запас професійних знань, умінь і навичок; з іншої – риси особистості: переконання, педагогічні здібності, інтереси, професійна пам'ять, мислення, увага, педагогічна спрямованість думки, працездатність, емоційність, моральний потенціал особистості, що забезпечать успішне виконання професійних функцій [2, с. 81–82]. Отже, володіючи одними знаннями студент не зможе стати хорошим

¹ Олексів Н.А. асистент кафедри комп'ютерних технологій професійного навчання Луцького національного технічного університету

² Повстяна Ю.С. асистент кафедри комп'ютерних технологій професійного навчання Луцького національного технічного університету

спеціалістом, потрібно мати і певні особисті якості, для визначення яких було створено систему психодіагностичного тестування готовності студентів спеціальності «Професійна освіта. Комп'ютерні технології» до професійної діяльності, що являє собою інформаційну on-line систему. Ціль даного проекту полягає в тому, щоб за малий час і при мінімальних матеріальних витратах допомогти випускникам напрямку «Професійне навчання. Комп'ютерні технології» в визначенні на психологічному рівні їхньої готовності до педагогічної або інженерної діяльності. Інтерфейс, розроблений нами інформаційної системи володіє такими властивостями як адаптованість, достатність, дружність, гнучкість [1, с. 89–90].

Розроблена нами інформаційна система психодіагностичного тестування готовності студентів напрямку «Професійна освіта. Комп'ютерні технології» містить в собі опитування, інформацію про сам проект, відомості про автора та додаткову інформацію, яка зможе допомогти студенту в виборі та пошуку праці. Ми використали веб-сервіс <http://test.fromgomel.com/> для створення опитування у формі тестів, та створили веб-ресурс на базі CMS DataLife Engine. Аналогів створеної нами системи на час її створення не знайдено.

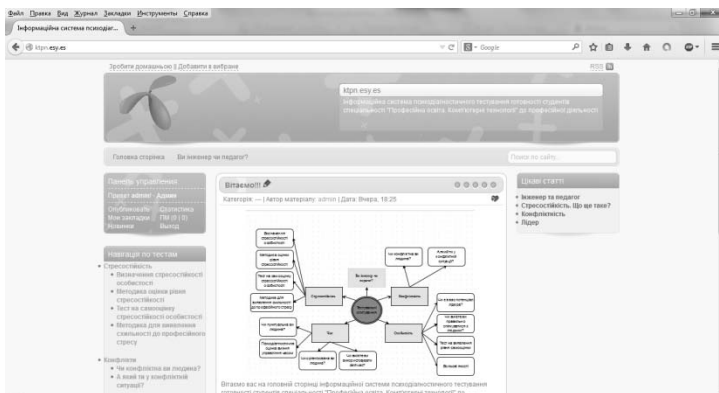


Рисунок. Головна сторінка інформаційної системи

Список літератури

1. Комп'ютерні системи підтримки прийняття рішень : навч. посіб. / П. І. Бідюк, О. П. Гожий, Л. О. Коршевнюк; Нац. техн. ун-т України «Київ. політехн. ін-т», Чорномор. держ. ун-т ім. Петра Могили. - Миколаїв. - К., 2012. – 379 с.
2. Лозовюк Ю.С. Вісник Луганського національного Університету ім. Тараса Шевченка. Серія: Педагогічні науки. Частина III. - 2013. - №18 (277).

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ СОЗДАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ЛАБОРАТОРИИ УДАЛЕННОГО ДОСТУПА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВСТРОЕННЫХ СИСТЕМ

На протяжении последних лет наблюдается устойчивый рост популярности удаленных лабораторий. Основными преимуществами использования данных лабораторий являются: возможность работы на дорогостоящем, зачастую уникальном оборудовании; безопасное проведение экспериментов с радиоактивными и другими веществами; упрощение и удешевление проведения реальных экспериментов, не требующих теперь приобретения реального экспериментального оборудования; непрерывный круглосуточный доступ к оборудованию и др.

На сегодняшний день лаборатории удаленного доступа успешно разработаны и внедрены в университетское образование по всему миру. Однако, в научных исследованиях, а также на ранних этапах проектирования, данные лаборатории применяются пока что реже, чем в образовании. Проблема заключается в том, что подавляющее большинство экспериментов и установок с уже реализованным удаленным доступом представляют собой в большей степени именно образовательные ресурсы с не очень большой ценностью для профессионального исследователя или проектировщика [1].

В тоже время, разработка и применение удаленной лаборатории для комплексного аппаратно-программного проектирования встроенных систем (ВС) является актуальной задачей, поскольку существующие в этой области проблемы требуют качественно новых методик, технологий и средств проектирования ВС.

Рынок ВС непрерывно развивается и требует создания все более сложных систем за все более короткие сроки. В этих условиях разработка систем «с нуля» является просто неэффективной. Существующая в данной области разобщенность описаний уже разработанных компонентов (аппаратных блоков, программ, реализаций алгоритмов и т.д.) препятствует их повторному использованию. Поэтому, одним из ключевых направлений в повышении эффективности проектирования ВС, является накопление технических решений с целью их повторного

¹ К.т.н., доц. кафедры программных средств ЗНТУ

² Ассистент кафедры программных средств ЗНТУ

³ Студент гр. КНТ-719м

использования [2].

Разрабатываемая удаленная лаборатория позволит проектировщику получить информацию о готовых аппаратно-программных платформах [3] для принятия решений по реализации ВС. Основу оборудования лаборатории составляют платы Arduino а также веб-камера, которая позволяет пользователям наблюдать за ходом экспериментов в реальном времени. Набор экспериментов зависит от специфики проектируемой ВС. Например, в качестве типовых решений для проектирования системы управления подвижными объектами предлагаются эксперименты на основе серводвигателей, жидкокристаллического дисплея, светодиодного светофора, датчиков расстояния и др. Стенд с экспериментами соединяется с сервером лаборатории через последовательный интерфейс. Программа-сервер предоставляет пользователю доступ к программированию стенда и обеспечивает просмотр процесса его работы через веб-камеру. Программа-клиент предоставляет доступ пользователям к серверу лаборатории. Коммуникация между этими программами реализуется по протоколу ТСР/ІР. Сценарий использования лаборатории предусматривает как использование готовых шаблонов программ для стендовых устройств, так разработку программ пользователями с нуля.

Разработка подобной лаборатории является сложным процессом, поскольку требует решения целого ряда задач: разработка программного обеспечения, разработка аппаратных средств, программное сопряжение, веб-разработка, обеспечение веб-безопасности, создание пользовательского интерфейса, методики проведения экспериментов.

Список литературы

1. Постников Е.Б. Обзор мирового опыта создания и эксплуатации лабораторий удаленного доступа, 2011. – Режим доступа: www.efmsb.ru/download
2. Платунов А.Е. Высокоуровневое проектирование встраиваемых систем./ А.Е. Платунов, Н.П. Постников. – СПб.: НИУ ИТМО, 2011.–121 с.
3. Поздняков, О.А. Исследование современных технологий автоматизированного проектирования электронных устройств на микроконтроллерах / О.А. Поздняков, О.Н. Гладкова, А.В. Пархоменко, О.В. Цветков // Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій: Тези доповідей VI Міжнародної науково-практичної конференції (19–21 вересня 2012 р., м. Запоріжжя). – Запоріжжя: ЗНТУ, 2012. – С. 248– 250.

УПРАВЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЯМИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМ E-LEARNING

Разработка систем электронного обучения рассматривается как создание сложных компьютерных проектов и тесно связана с развитием и формированием требований к их структуре, функциям и программному наполнению. Моделирование и управление требованиями, описывающими структуру системы, ее свойства, классы и атрибуты, а также ограничителей итеративного процесса разработки компьютерной системы, представляет собой одно из актуальных направлений практической реализации систем e-learning. Для разработки указанных требований были созданы модели пользовательских и функциональных требований к системе электронного обучения в виде диаграммы потока данных, диаграммы перехода состояний, диаграммы последовательности с использованием объектной технологии моделирования информационных систем, позволяющей выявить неправильные, непоследовательные, пропущенные или избыточные требования к компьютерной системе обучения [1, 2].

Решение задачи управления требованиями при разработке сложных компьютерных систем, к которым относятся и системы e-learning, сопровождается рядом трудностей и проблем, обусловленных, в первую очередь, отсутствием специалистов в данной области, спецификой формируемых требований в зависимости от изучаемой предметной области обучения, часто неструктурированной и слабо формализуемой, а также сложностью процесса мониторинга разработки требований, оценки их полноты и качества, множественностью изменений требований при исправлении лишь одного из них, степенью влияния рассматриваемого требования на стоимость программного продукта и сроки его разработки. Вместе с тем, процесс формирования требований должен быть не только результативным по содержанию, но и ограничен по длительности в соответствии с требованиями заказчика и условиями изменения рынка реализации программного обеспечения.

Одним из подходов к устранению указанных противоречий является формализация описания итеративного процесса изменения требований, а именно, определение процедуры их многократного изменения с целью достижения набора требований оптимальных по

¹ К.т.н., доцент кафедры социальной информатики, ХНУРЕ

структуре и качеству [3]. Поскольку процесс разработки требований подвержен влиянию возмущающих воздействий, мешающих его нормальному протеканию, вследствие изменения внешних условий или внутренних составляющих проекта, формирование указанного набора требований производится в результате управления требованиями и может быть представлено с использованием средств теории управления [4].

Схема управления требованиями при разработке компьютерной системы обучения содержит следующие функциональные блоки: 1) блок формализации требований к системе e-learning (при этом пользовательские требования отражают возможности использования системы обучаемыми в виде сценариев и подхода «событие-ответ», а функциональные требования определяют наполнение и состав программного обеспечения, формируемого разработчиками); 2) блок анализа формализованных требований; 3) блок реализации системной спецификации; 4) блок верификации требований. Адаптация к изменениям описываемого процесса управления поддерживается тремя видами обратной связи с целью устранения несоответствий между избыточным множеством выявленных требований на входе системы и требуемым оптимальным набором требований на ее выходе.

Предложенная схема управления требованиями представляет собой эффективную процедуру их изменения и определения последовательности проектирования компьютерной системы обучения в соответствии с функциональными и пользовательскими требованиями к ее наполнению. Применение такого подхода позволит улучшить качество разработки системы e-learning по критерию охвата и обработки рассмотренных видов требований, учитывающих особенности ее использования обучаемыми, уменьшить стоимость разработки и повысить конкурентоспособность обучающей системы на рынке программных продуктов.

Список литературы

1. Пищукина О.А. Analytical support of requirements development for intelligent e-learning systems. - *Радіоелектроніка, інформатика, управління.*- Запоріжжя:ЗНТУ. - 2013. - №.2(29). - С.136–139.
2. Бондаренко М.Ф., Соловьева Е.А., Маторин С.И., Ельчанинов Д.Б. Объектная технология моделирования информационных и организационных систем: учеб. пособие. – Харьков: ХНУРЭ, 2005. – 160 с.
3. Вигерс К. Разработка требований к программному обеспечению.: Пер. с англ.: – М.: Издательско-торговый дом «Русская редакция», 2004. – 576 с.
4. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления. : Пер. с англ.:– М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 832 с.

СУЧАСНІ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ

Метод аналізу ієрархій (далі – МАІ) є одним з найпопулярніших інструментів багатокритеріальної підтримки прийняття рішень. МАІ дозволяє провести порівняння та здійснити кількісну характеристику альтернативних об'єктів. Серед вагомих недоліків методу слід зазначити необхідність здійснення великого числа попарних порівнянь та складність обчислень. Враховуючи, що МАІ легко автоматизувати, вказані недоліки можна усунути шляхом застосування спеціалізованих програмних систем.

За 40 років практики ефективного застосування МАІ було розроблено десятки програмних рішень для полегшення застосування методу та його адаптації до різних предметних областей [1]. При застосуванні МАІ для прийняття рішень існує проблема надміру великого вибору систем автоматизації прийняття рішень. В даному випадку виникає потреба виділити найефективніші універсальні програмні продукти. Автором здійснено пошук та аналіз популярних програмних систем підтримки прийняття рішень на основі МАІ та сформовано критерії, яким мають відповідати сучасні програмні продукти для автоматизації МАІ, а саме:

- зручність засобу здійснення попарних порівнянь;
- інтерактивність модуля візуального проєктування ієрархії;
- механізм візуалізації суперечливих даних;
- інтерпретація отриманих результатів;
- доступність програмної системи.

Пояснимо, чому сформовано саме такі критерії. Вхідними даними для методу є ієрархічна структура та набір попарних порівнянь елементів кожного рівня ієрархії. Варто зауважити, що МАІ передбачає здійснення великого числа попарних порівнянь елементів ієрархії. Для однорівневої ієрархії необхідно зробити

$$N_a = \frac{n^2 - n}{2} \quad (1)$$

¹ Аспірант, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

порівнянь, де n – кількість елементів ієрархії. Для оптимально сформованої ієрархії кількість порівнянь буде

$$N_b = \frac{7}{2} (7^{\frac{\log n}{\log 7}} - 1). \quad (2)$$

Для 98-ми елементів ієрархії необхідно здійснити від 322 (ідеальний випадок) до 4753 порівнянь. В даному випадку час на попарні порівняння, які здійснює експерт складає основну витрату часу на реалізацію МАІ. Модуль здійснення попарних порівнянь має бути достатньо ергономічним.

Процес формування ієрархічної структури, яка б відображала у повній мірі досліджуваній об'єкт, займає багато часу і зусиль, оскільки відбувається часте перегрупування елементів ієрархії під час пошуку необхідної структури. Таким чином, потрібна підтримка технології drag&drop та інші засоби інтерактивності для панелі формування ієрархії. Визначення індексів узгодженості та виправлення суперечливих даних є важливим етапом МАІ. Цей етап не завжди зрозумілий непідготовленому користувачу (рядовий менеджер і т.п.), тому інтуїтивно зрозумілий спосіб усунення суперечностей через поетапний «майстер усунення суперечностей» зменшить поріг входження для користувача.

Основним результатом МАІ, який використовується для подальшого прийняття рішення, є зведений вектор пріоритетів. Але проміжні результати методу теж несуть корисну інформацію. Необхідно у доступній візуальній формі показати ієрархічну структуру з відповідними ваговими коефіцієнтами, виділити найважливіші параметри системи, запропонувати відкинути малозначимі параметри і т.п. За таких умов інтерпретація результатів відбуватиметься у доступній для звичайного користувача формі.

Враховуючи, що експерт, який здійснює порівняння, і особа, яка використовує результати аналізу, можуть бути географічно і часово розділені. Тоді необхідно, щоб програмна система підтримки прийняття рішень була доступна через мережу інтернет та передбачала багатофункціональність. В даному випадку пріоритетнішими є системи з web-інтерфейсом без застосування технологій, які можуть блокуватись у цілях безпеки (java applet, Silverlight, Flash і т.п.).

На основі сформованих вимог автором здійснено пошук програмної системи підтримки прийняття рішень в області захисту інформації. Автором не було виявлено продукту, який би одночасно відповідав усім вимогам. В зв'язку з цим, пропонується розробити власне програмне

рішення. Результати аналізу існуючих програмних систем та структуру системи, яка розробляється, буде подано у наступних наукових працях автора.

Список літератури

1. Миронова Н. А. Архитектура групповой системы поддержки принятия решений с возможностью синтеза метода принятия групповых решений / Н. А. Миронова, А. А. Скрипник // Системи обробки інформації . – 2012. - Вип. 8. - С. 33–39.

ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА WEB-СЕРВИСА

Web-сервисы (WS) – это независимые от платформы и слабо связанные приложения, доступные в Интернете для решения бизнес-задач. WS зачастую рассматривают в контексте сервис-ориентированной архитектуры (Service-Oriented Architecture, SOA), которая предполагает использование стека стандартов, обеспечивающих возможность взаимодействия (интероперабельность) множества WS для выполнения определенных бизнес-функций. Путем композиции (оркестровки) существующих WS можно создавать новые, композитные WS. При этом, наряду с достижением целевой функциональности композитного WS, возникает проблема получения WS с максимальными качественными характеристиками (Quality of Service, QoS) такими, как стоимость, быстродействие, латентность, доступность, надежность и т. п. [1].

В SOA, вместе с ролями потребителя, провайдера и реестра WS можно ввести роль координатора, который согласно некоторой стратегии осуществляет оркестровку композитного WS. Задачей координатора может быть выбор для композиции среди множеств WS с одинаковыми функциональными характеристиками тех WS, которые доставляют максимум некоторой целевой функции качества синтезируемого WS, т. е. задача оптимизации.

При оркестровке WS композитный сервис может быть построен по иерархической схеме, подобно показанной на рис. 1. Это при некоторых условиях, может дать преимущества для осуществления подбора WS-кандидатов среди WS с одинаковыми функциональными характеристиками с целью достижения максимального QoS.

В работе вводится формализация иерархической схемы композитного WS, рассмотрены возможные стратегии координатора при его оркестровке и по аналогии с [2] обсуждается гипотеза существования межуровневой функции QoS для многоуровневых иерархических композитных WS.

Согласно рис. 1 будем обозначать WS как $S_{jk}^{(i)}$, где $i = 1, \dots, I$ – уровень WS, $j = 1, \dots, J_i$ – тип WS i -го уровня и $k = 1, \dots, K_{j_i}$ – вариант WS j -го типа i -го уровня. Координатор целевого WS $S^{(0)}$ должен выбрать

¹ ст. преподаватель кафедры КСС ЗНТУ

необходимые типы WS из множества $S^{(1)} = \{S_{j1}^{(1)}, \dots, S_{jK_j}^{(1)}\}$, а для каждого j -го типа WS *может* выбрать вариант из множества $S_j^{(1)} = \{S_{j1}^{(1)}, \dots, S_{jK_j}^{(1)}\}$ с целью обеспечения необходимых функциональных и нефункциональных характеристик $S^{(0)}$.

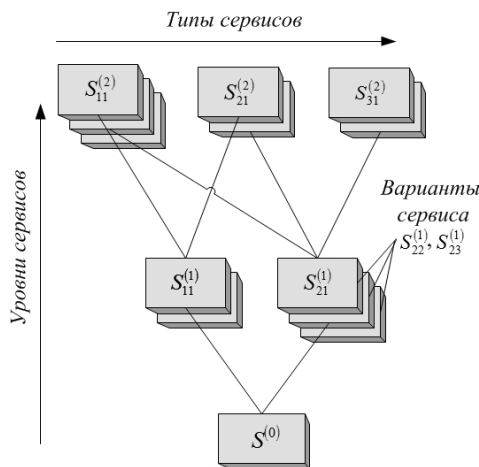


Рисунок 1. Иерархическая схема композитного WS

Для реализации j -го типа сервиса 1-го уровня координатору может потребоваться p_j сервисов 2-го уровня. Тогда он *должен* использовать эти p_j сервисов из множества $S_j^{(2)} = \{S_{j1}^{(2)}, \dots, S_{j2}^{(2)}\}$, но из каждого j -го типа сервиса 2-го уровня *может* выбрать вариант сервиса из множества $S_j^{(2)} = \{S_{j1}^{(2)}, \dots, S_{jK_j}^{(2)}\}$.

Список литературы

1. Rajeswari, M. et al., Appraisal and analysis on various web service composition approaches based on QoS factors. Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences (2014) 26. – pp. 143-152.
2. Кудерметов Р.К. Задача оптимизации для иерархических систем на основе сервис-ориентированной архитектуры. /Р.К. Кудерметов // Радиоэлектроника. Информатика. Управління. – №1, 2010. – С. 82-87

ЭВОЛЮЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ В ВУЗАХ

Решение задачи составления расписаний в общей постановке является процессом выполнения некоторой фиксированной системы задач с помощью определенного множества ресурсов.[1].

При рассмотрении проблем, возникающих при составлении расписаний учебных занятий, предложено создание такой математической модели расписания занятий в вузе, которая позволяла бы эффективно (в заданные сроки и с заданной степенью оптимальности) решать задачу автоматического составления расписания занятий и была бы гибкой (свойство незначительных структурных изменений исходной информации) в случае адаптации системы для решения конкретной практической задачи. Предлагается использование случайной мутации при составлении расписания учебных занятий студентов.

Общий алгоритм составления расписания занятий с помощью эволюционного моделирования состоит из нескольких этапов [2]. Первым шагом является разработка структуры хромосомы, в которой будет храниться решение (расписание). На следующем шаге из хромосом формируют начальную популяцию. Чтобы получить новую популяцию, отобранные хромосомы попарно скрещивают между собой, после чего в популяции применяют оператор мутации. После реализации мутации целевая функция пересчитывается и все начинается сначала. Таким образом, поместив начальную популяцию в созданную искусственную среду и реализовав процессы селекции, кроссовера и мутации, мы получим итерационный алгоритм поиска оптимального решения. Рассмотренный алгоритм не только устойчив к локальным минимумам, но и обеспечивает относительно быстрый поиск оптимального решения [3].

Сократить количество операций можно, используя некоторые дополнительные процедуры, оптимизирующие процесс поиска решения. Традиционно использовалась мутация, базирующаяся на разыгрывании случайной величины, имеющей равномерное распределение. Результаты проведенных экспериментов указывают на то, что «равномерный» выбор фрагмента хромосомы и «равномерная» его мутация не направлены на сокращение времени поиска оптимального решения, поскольку одинаковые шансы для модификации имеют как «перспективные», так и

¹ к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры Инженерии программного обеспечения НАУ

«неперспективные» решения. Причем мутация во-первых может приводить к появлению «неперспективных» решений, а во-вторых – к появлению «перспективных».

Уменьшим количество «ложных» шагов алгоритма, используя вместо равномерного распределения нормальное. Реализация такого подхода имеет следующие этапы [4]. Вначале определяются участок потенциальных решений, который является одинаковым в каждом из них и которому соответствует максимальное или близкое к нему значение функции принадлежности.

На следующем этапе разыгрывается случайное число, имеющее нормальное распределение со средним, соответствующем фенотипу участка, и среднеквадратическим отклонением, таким, чтобы интервал $(m-3\sigma, m+3\sigma)$, где m - фенотип соответствующего участка, σ -среднеквадратическое отклонение, совпадал с априорным интервалом изменения фенотипа. Отметим также, что среднеквадратическое отклонение в процессе поиска решения изменяется, а именно, уменьшается, что указывает на то, что по мере приближения к оптимальному решению вероятность значительных мутаций уменьшается.

Результаты экспериментов указывают на 30-50% сокращение времени поиска решения по сравнению с использованием равномерного распределения.

Предложенная технология реализации оператора мутации при решении задачи составления расписаний направлена на сокращение времени поиска ее решения. Отметим, что выбор параметров реализации как алгоритма, так и операции мутации имеет значительное влияние на сходимость и скорость сходимости алгоритма, поэтому требует проведения дальнейших исследований и проведения экспериментов.

Перечень ссылок

1. Коффман Э.Г. Теория расписаний и вычислительные машины./ Э.Г. Коффман–М.: Наука, 1984. – 335 с.
2. Бойко О.М. Еволюційна технологія розв'язування задачі складання розкладів навчальних занять / О.М. Бойко // Штучний інтелект. – 2006. - № 3.– С. 341–348
3. Поперешняк С.В. Розв'язування задачі складання розкладу у Внз за допомогою еволюційного моделювання / С.В. Поперешняк// Матеріали Всеукраїнської науково-методичної конференції «Сучасні науково-методичні проблеми математики у вищій школі». – 2013. – С.86–87
4. Сипко Е. Оператор мутации в эволюционной технологии решения задачи составления рас писаний / Е. Сипко // Artificial Intelligence and Decision Making.-2008. - Book 7.- С.111–116.

**ПРАКТИЧНО-ОРІЄНТОВАНІ МЕТОДИ ВИКЛАДАННЯ В ГАЛУЗІ
ВБУДОВАНИХ СИСТЕМ**

Зростання вимог світового ринку до якості вбудованих систем підвищує вимоги до якості підготовки фахівців в цієї галузі. Крім того останні роки освіта набуває цільової орієнтації та системної організації заради забезпечення конкретних навчальних результатів, що виражені в термінах компетентностей. Отже, оскільки освіта має бути і організаційно, і процесуально побудована так, аби найкращим чином, найбільш ефективно досягати запланованих навчальних результатів освіти, остільки актуальною проблемою є ідентифікація та оптимізація переліку продуктивних методів викладання. [1].

Розвиток інформаційних технологій змінив саму філософію навчання. Дистанційне та електронне навчання стає частиною повсякденного життя та використовується в традиційних навчальних закладах. Відкриті навчальні ресурси, масові відкриті навчальні ресурси, смарт-навчання є викликом сучасним навчальним системам. Різноманіття підходів, методик, досягнень і відмінностей в сфері освіти роблять обмін досвідом та розвиток співробітництва життєво необхідними умовами розвитку на міжнародному, регіональному, національному, місцевому та інституційному рівнях.

Новим досвідом стає використання засобів віддаленої та віртуальної інженерії. Можливість експериментувати є одним з головних компонентів сучасної інженерної освіти. Віддалені лабораторії забезпечують доступність вбудованих інструментів для студентів і приватних суб'єктів та дозволяють змінити теоретично-орієнтоване навчання на практично-орієнтоване.

Метою міжнародного проекту TEMPUS 544091-TEMPUS-1-2013-1-BE-TEMPUS-JPCR «Розробка курсів з вбудованих систем з використанням інноваційних віртуальних підходів для інтеграції науки, освіти та промисловості в Україні, Грузії, Вірменії» є оновлення поточних навчальних програм з вбудованих систем відповідно до вимог Болонського процесу. В рамках проекту планується оновити 3 блоки дисциплін: «Апаратне забезпечення для вбудованих систем», «Програмне забезпечення для вбудованих систем», «CAD / CAM / CAE для вбудованих

¹ кандидат технічних наук, професор кафедри програмних засобів ЗНТУ

² кандидат технічних наук, доцент кафедри програмних засобів ЗНТУ

систем» та сім додаткових модулів.

Гібридна он-лайн лабораторія GOLDi була розроблена на кафедрі інтегрованих систем зв'язку технічного університету Ільменау [2]. Вона надає набір інструментів, підтримуючи всі кроки по зміні конструкції для складних завдань управління (наприклад, в області техніки управління, робототехніки та інш.). Мета розробленої системи – показати сучасні способи і проблеми дистанційного керування і віддаленого спостереження реальних процесів, маючи справу з комплексним та інтерактивним використанням сучасних Інтернет та Інтранет технологій, таких як HTML5, JavaScript і т.д. Вона пропонує різні функції, такі як візуалізація та анімація, що дозволяє спостерігати і випробувати всі властивості конструкції. У зв'язку з формальними методами проектування, моделювання та прототипування використовується для встановлення основи для розвитку надійного проектування системи. Використання цієї лабораторії дозволить підвищити якість самостійної роботи при виконанні дисциплін блоків «Апаратне забезпечення для вбудованих систем» та «Програмне забезпечення для вбудованих систем». Для підвищення якості навчання у галузі «CAD / CAM / CAE для вбудованих систем» ЗНТУ отримало 500 ліцензій з 500 ліцензій на CAD/CAM/CAE-систему PTC CREO (термін дії грудень 2017 року) та 20 ліцензій на ECAD-систему Altium Designer з повною технічною підтримкою.

Весь перелік засобів міжнародних проектів Темпус спрямований на втілення практично-орієнтованих методів, що дозволить підвищити відповідність отриманих компетенцій випускниками в галузі вбудованих систем вимогам сучасного ринку праці.

Список літератури

1. Луговий В. І. Управління якістю викладання у вищій школі: теоретико-методологічний і практичний аспекти // Психолого-педагогічні засади проектування інноваційних технологій викладання у вищій школі : монографія / [авт. кол.: В. Луговий, М. Левшин, О. Бондаренко та ін. ; за заг. ред. В. П. Андрущенко, В. І. Лугового]. – К., 2011. – Розд. 1, [підрозд. 1.1]. – С. 5–34.
2. Henke K. Using Interactive Hybrid Online Labs for Rapid Prototyping of Digital Systems, / K. Henke, G. Tabunshchuk, H.–D. Wuttke, St. Ostendorf, T. Vietzke // Proc. of XI Int.Conf. on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV2014) (26–28 February, 2014, Porto, Portugal) Porto: Polytechnic, 2014. - PP. 61–66

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА НА УЧАСТКЕ ДОРОГИ

Проблемы исследований транспортного потока следующие:

- транспортный поток нестабилен и многообразен;
- критерии качества управления дорожным движением противоречивы; необходимо обеспечивать бесперебойность движения, накладывая ограничения на скорость и направления движения при непредсказуемых погоднo–климатических условиях.

Для моделирования транспортного потока можно использовать следующие математические модели:

- макроэкономические модели (модели – аналоги);
- микроэкономические модели (модели следования за лидером);
- стохастические (вероятностные) модели.

Модели следования за лидером – это модель Видемана (1974), модель Гипса (1981), модель «умного водителя» (2000).

Рассмотрено применение математической модели «умного водителя» (Intelligent driver model) для моделирования транспортного потока на участке дороги, используя экспериментальное программное обеспечение.

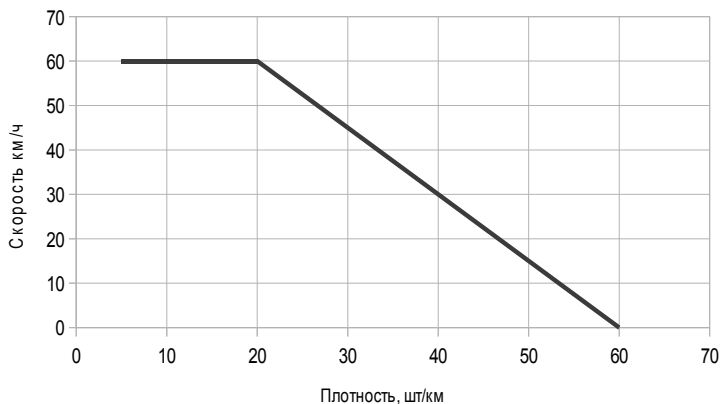
Модель «умного водителя» учитывает для автомобиля a : его положение в момент времени t , скорость v_a , его длину. Ускорение автомобиля a на дороге определяется двумя фазами – ускорением на свободной дороге и ускорением при наличии находящегося впереди автомобиля. Поведение автомобиля на свободной дороге и на загруженной дороге подтверждается результатами решения дифференциальных уравнений.

Программное обеспечение для проведения эксперимента реализовано с использованием объектно-ориентированного подхода. Условие проведения эксперимента – это увеличение числа автомобилей различного типа с различными характеристиками, а именно: количество автомобилей, процент грузовых автомобилей, желаемая скорость, время движения с данной скоростью до столкновения с предыдущим

¹ г. Харьков, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», к.т.н., доц. каф. «Инженерии программного обеспечения».

автомобилем, ускорение, расстояние замедления до впереди идущего автомобиля на заданном участке дороги. Результаты эксперимента показаны на рисунке.

Зависимость плотности от скорости



Модель «умного водителя» позволяет смоделировать конкретную дорожную ситуацию на конкретном участке при заданных параметрах, но не решает проблему дорожных заторов.

Список литературы



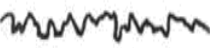

1. Лесько С.А. Набор сервисов для предотвращения образования автомобильных «пробок» [Электронный ресурс] / С.А. Лесько. – Режим доступа: <http://software.intel.com/ru-ru/articles/JamBreak - 19.01.2012>
2. Семенов, В.В. Математическое моделирование автотранспортных потоков [Текст] / В.В. Семенов. - М.: Институт прикладной математики им. М.В.Келдыша РАН, 2003. – 60 с.
3. Семенов, В.В. Математическое моделирование динамики транспортных потоков мегаполиса [Текст] / В.В. Семенов. - М.: Институт прикладной математики им. М.В.Келдыша РАН, 2004. – 81 с.

БИОАКУСТИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Биоэлектрическая активность головного мозга человека отражается электроэнцефалограммой (ЭЭГ). ЭЭГ регистрирует сигналы нейронов головного мозга, реагирующих одновременно на воздействия окружающей среды и отражающих индивидуальные особенности человека. ЭЭГ характеризует первичные изменения электрических процессов в нервных клетках, а также выявляет важный параметр работы нервной системы – ритмичность, отражающий согласованность работы разных структур мозга [1].

В зависимости от частот, выделяется несколько групп ритмов волн мозговой активности: *Beta*, *Alpha*, *Theta* и *Delta* (табл.). Каждая из этих групп характеризует определенный тип корковой активности и соотносится с такими состояниями сознания, как тревога, спокойствие, сновидение или состояние сна.

Таблица – Диапазоны частот волн мозговой активности, характеризующих физическое состояние человека

ЭЭГ сигнал	Название групп волн	Частота волны, Гц	Физическое состояние человека
	Beta	13–45	Тревога
	Alpha	8–13	Расслабленное бодрствование, обычно с закрытыми глазами
	Theta	4–8	Состояние гипноза, ранняя стадия сна
	Delta	1–4	Глубокий сон

Головной мозг каждого человека характеризуется своими уникальными ритмами. При биоакустической коррекции (БАК) работы головного мозга конкретного человека наибольший эффект от БАК может быть достигнут при воздействии музыки, полученной на основе ритмов его мозга.

¹ магистр каф. Программных средств ЗНТУ

² аспирант каф. Программных средств ЗНТУ

³ к.т.н., проф., зав. каф. Программных средств ЗНТУ

При БАК параметры биоэлектрической активности головного мозга преобразуются в параметры звуковых образов. Особенность данного преобразования заключается в том, что сигнал ЭЭГ представляется в виде комплексного звукового образа, в котором сохраняются отношения основных параметров физиологически значимого диапазона частот биоэлектрической активности мозга.

Генерирование музыкальных звуков осуществляется путем параметрического изменения их высоты, громкости и длительности в зависимости от изменения значения частотного спектра преобразованного биосигнала. Из зарегистрированной информации выделяют временные интервалы одинаковой длительности. Эти интервалы преобразуют, используя гармонический анализ по методу Фурье, в частотный спектр. Для каждого спектрального интервала определяют обобщенный характерный безразмерный параметр. В числовом промежутке между минимальным и максимальным значениями обобщенного параметра выстраивают пропорциональную шкалу параметров музыкального звука. Далее определяют для каждого спектрального интервала, по его численному значению обобщенного безразмерного параметра, соответствующие значения высоты, громкости и длительности звука и преобразуют их посредством синтезатора в звуковые сигналы. Звуковые сигналы формируют в последовательности, соответствующие первоначально зарегистрированному чередованию временных интервалов.

ЭЭГ для преобразования ее в музыку записывают в определенные периоды мозговой деятельности человека (сон, спокойствие, бодрствование и т. д.).

Метод БАК способствует активации естественных процессов регулирования физиологических функций, которые в результате неблагоприятного сочетания факторов внешней среды и индивидуально-личностных особенностей оказались подавлены.

Сеансы такой музыкальной терапии эффективны при нарушениях сна (по статистике сон нормализуется у 78–83% больных), при головной боли, неврозах, тревожных состояниях, депрессии, вегетативных расстройствах, адаптации к смене часовых поясов, ночной работе и др.

Перечень ссылок

1. Konstantinov K.V. The use of bioacoustic correction for the treatment of delayed consequences of CNS prenatal damage in children / K.V. Konstantinov, V.N. Trushina, N.V. Shcheglova, D.B. Miroshnikov, K.K. Konstantinova, V.M. Klimenko // 17th Multidisciplinary International Conference on Neuroscience and Biological Psychiatry «Stress and Behavior». - St. Petersburg, Russia. – 2012. – P. 102–112.

РОЗРОБКА СУЧАСНИХ КОМПЛЕКСНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ

В даний час у всьому світі інтенсивно ведуться роботи з комп'ютеризації управління виробництвом, які використовують як вдосконалення традиційних систем управління виробництвом, так і реалізацію нових інформаційних технологій і математичних методів. Розвиток сучасних автоматизованих систем відбувається завдяки новим інформаційним технологіям.

На сучасному етапі актуальна побудова комплексної автоматизованої системи керування підприємством, яка вимагає розробку АСУ виробництвом, системи конструкторської підготовки виробництва (систем проектування), системи технологічної підготовки виробництва, АСУ технологічними процесами, а також рішення задач керування робітничими місцями, лініями, агрегатами і ділянками.

При розробці комплексних автоматизованих систем важливо враховувати особливості сучасних інформаційних систем.

Основу нової інформаційної технології складають розподілена комп'ютерна техніка, «дружне» програмне забезпечення, розвиток комунікації. Користувачеві – не-програмісту надана можливість прямого спілкування з ЕОМ за допомогою роботи в діалоговому режимі.

Поняття «нова інформаційна технологія» має двояке тлумачення: з практичної і теоретичної точок зору. Інформаційна технологія з практичної точки зору – це сукупність автоматизованих процесів циркуляції і переробки інформації, описів цих процесів прив'язаних до конкретної наочної області і реалізованих на сучасних техніко-економічних засобах, що виконують заданий перелік функцій.

У основу концепції нової інформаційної технології, що базується на широкому вживанні персональної комп'ютерної техніки, покладено три основні принципи: інтегрованість, гнучкість і інтерактивність.

Для нової інформаційної технології характерні:

– робота користувача в режимі маніпулювання (не програмування) даними. Користувач повинен бачити (засоби виводу: екран, принтер) і діяти (засоби введення: клавіатура, миша, сканер), а не знати і пам'ятати;

– наскрізна інформаційна підтримка на всіх етапах проходження інформації на основі інтегрованої бази даних, що передбачає єдину

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

уніфіковану форму подання, зберігання, пошуку, відображення, відновлення і захисту даних;

- інтерактивний (діалоговий) режим рішення задачі з широкими можливостями для користувача;

- можливості колективного виконання документів на основі групи ПЕОМ, об'єднаних засобами комунікацій;

- можливість адаптивної перебудови форм і способу представлення інформації в процесі рішення задачі.

Існує два способи впровадження нової інформаційної технології в локальні інформаційні структури, засновані на адаптації нової інформаційної технології до організаційної структури і на раціоналізації організаційної структури.

При першому способі впровадження нова інформаційна технологія пристосовується до організаційної структури в її існуючому вигляді і відбувається лише локальна модернізація методів роботи, що склалися. Комунікації розвинені слабо і раціоналізувалися лише робочі місця. Відбувається розподіл функцій між технічними працівниками (операторами) і фахівцями (адміністраторами): злиття функцій збору і обробки інформації (фізичний потік документів) з функцією ухвалення рішень (інформаційний потік). Класифікаційні грані раціоналізувалися.

Другий спосіб впровадження нової інформаційної технології передбачає раціоналізацію організаційної структури: організаційна структура модернізується так, щоб інформаційна технологія дала найбільший ефект. Основною стратегією є максимальний розвиток комунікацій і розробка нових організаційних взаємозв'язків, раніше економічно недоцільних. Продуктивність організаційної структури зростає, оскільки раціонально розподіляються архіви даних, знижується об'єм циркулюючих по системних каналах інформації і досягається збалансованість ефективності кожного управлінського рівня об'єму вирішуваних завдань.

Мережі масштабу підприємства, корпорації отримали назву корпоративних мереж. Корпоративні мережі побудовані на принципах, запозичених з мережі Інтернет. Центральним направленням в практиці програмування має бути розподілена архітектура. У зв'язку з цим проведений аналіз еволюції відомчих інформаційних мереж і сформовано направлення подальшого розвитку. Корпоративні мережі є невід'ємною частиною Корпоративних інформаційних систем.

У розробці автоматизованих систем управління технологічними процесами повинні отримати подальший якісний розвиток методів побудови і аналізу математичних моделей з використанням статичних методів, байсоцького підходу, використання непараметричних критеріїв.

ОЦІНКА РІВНЯ ЖИТТЯ ЗА ДРУГОРЯДНИМИ ОЗНАКАМИ

Визначення рівня життя є важливим етапом при виявленні соціально напружених регіонів та для розробки стратегії розвитку країни/регіону. Стандартні методи оцінки рівня життя населення, що використовуються в державній статистиці не завжди можуть адекватно оцінити справжній рівень життя в країні, тому що не враховують цілий ряд другорядних факторів (індивідуальних для кожної країни), котрі в комплексі можуть докорінно змінити реальну оцінку.

Розроблений метод аналізу рівня життя з обрахуванням коригуючого коефіцієнта за другорядними ознаками обраної країни - України.

У статті проведена практична апробація по статистичним даним державного комітету статистики України за 2012–2013 роки, задля визначення динаміки зміни рівня життя.

Рівень життя населення

Це динамічний соціально-економічний показник на який впливають ряд економічних, соціальних, політичних, екологічних, культурних, інноваційних та інших факторів, рівень матеріального та соціального стану населення, що характеризує забезпеченість необхідними для життя матеріальними та духовними благами та ступінь задоволення цими благами

Оцінка рівня життя

Маючи змогу переглянути зміни за окремими показниками, ми не можемо бути певними в зростанні/зниженні реального рівня життя. Тож актуальним питанням залишається розробка узагальнюючого показника рівня життя. Одною з таких спроб є Індекс Людського Розвитку (ІЛР).

Індекс Людського Розвитку

Для того, щоб порівнювати різні країни між собою, Індекс людського розвитку як показник рівня життя населення базується лише на трьох основних показниках, статистика з яких збирається в кожній країні. ІЛР є простим середньоарифметичним індексів реального ВВП на душу населення (Іввп/Н), досягнутого рівня освіти (Іосв) та середньої тривалості життя (Ітр.ж.)

¹ Бакалавр комп'ютерних наук, Інженер контролю якості ПЗ, Компанія «Softtheme»

$$\text{ІЛР} = \frac{I_{\text{ВВПН}} + I_{\text{осв}} + I_{\text{тр.ж}}}{3}$$

Розглянемо фактори, що є другорядними, але важливими для України. Наприклад процентне відношенні значення за поточний період до минулорічного:

Фактори, що характеризують соціальну захищеність населення

- Відношення збільшення середньої зарплатні до інфляції
- Рівень недовіри до міліції (обраховується через рівень абсолютної довіри)

- Рівень недовіри судово-правовій системі

- Рівень злочинності

Демографічні фактори:

- Природний приріст населення

- Кількість емігрантів\мігрантів

- Кількість покинутих дітей

- Кількість самогубств

Фактори, що свідчать про показники фінансового благополуччя

- Прожитковий мінімум

- Кількість осіб, що отримують освіту за кордоном

- Обсяги використаного пального\електроенергії на душу населення

- Кількість проданої побутової техніки

- Обсяги депозитів фізичних осіб

- Рівень безробіття

Фактори що характеризують рівень здоров'я населення

- Кількість онкологічних захворювань

- Кількість серцево-судинних захворювань

Внаслідок нестабільної ситуації у країні був різкий сплеск еміграції (157% відносно 2012 року). Тож коригуючий коефіцієнт був розрахований у 2 варіантах: з еміграцією – 0,5266 та без – 0,8268.

Отримані результати дозволяють стверджувати, що реальний рівень життя стрімко знижується, що лише підтверджується сплеском еміграції.

Отриманий коригуючий коефіцієнт можливо використовувати для модифікації ІЛР, але необхідно враховувати, що для кожної конкретної країни модифікатор буде обраховуватися індивідуально, за параметрами, що важливі конкретно для цієї країни.

Список літератури

1. Ковальчук Т.О. Динаміка рівня життя населення України в умовах формування сталого розвитку і становлення сучасних ринкових відносин
2. Статистичні дані на сайті <http://www.ukrstat.gov.ua/>
3. Гончаренко Н.Г. Динаміка доходів і витрат населення – в контексті стабілізації рівня заробітної плати / Н.Г. Гончаренко // Держава і регіони

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ БАЗ ДАНИХ NOSQL

Вступ. На сьогоднішній день є чимало засобів збереження, аналізу та обробки даних у форматі сховищ баз даних. Однак зі стрімким розвитком інформаційних технологій виникає ряд проблем, серед яких можна виділити три основні, на які реляційні бази даних не дають рішення – великі за розміром або неструктуровані дані, можливість розширювати системні характеристики відповідно до потреб користувачів (так звана, масштабованість), велика кількість користувачів різних БД.

Для вирішення даних проблем можна використовувати бази даних NoSQL, які за багатьма показниками є кращими за реляційні бази даних.

Тому *метою роботи* є огляд різних типів баз даних виду NoSQL.

Основний матеріал. NoSQL – ряд засобів (підходів), спрямованих на реалізацію сховищ баз даних, що мають суттєві відмінності від моделей, що використовуються в традиційних реляційних СУБД з доступом до даних засобами мови SQL [1].

В той час як традиційні СУБД спираються (орієнтуються) на вимоги ACID (атомарність, узгодженість, ізолюваність, надійність), NoSQL використовує набір властивостей BASE (базова доступність, гнучкий стан, кінцева узгодженість).

Всі NoSQL СУБД за способом збереження даних можна поділити на наступні категорії [2, 3]:

– *Сховища типу «ключ-значення» (Key-value stores)*. Є найпростішими та служать основою NoSQL. За своєю суттю вони нагадують великі за обсягом хеш-таблиці, де у відповідність кожному ключу поставлене певне значення. Така технологія дає можливість швидко оперувати великими обсягами даних, однак вона має ряд обмежень у мові запитів. Прикладами даних сховищ є: Dynomite, Voldemort, Tokyo, Redis, MemcacheDB.

– *Масштабовані розподілені сховища (Column Family (Bigtable) stores)*. Бази даних цього типу розширюють можливості сховищ типу «ключ-значення». Вони представляють собою розріджені матриці, де записи і колонки використовуються як ключі. Кожному запису ставиться у відповідність одна або багато колонок, що містять інформацію, причому

¹ к.т.н., асистент кафедри АСУ Національного університету «Львівська політехніка»

² студент кафедри АСУ Національного університету «Львівська політехніка»

³ к.т.н., ст. викл. кафедри ІСМ Національного університету «Львівська політехніка»

кожна колонка у кожному записі може бути різною. Такі сховища дозволяють оперувати великими обсягами даних, в тому числі і не структурованими. Найбільш відомі такі сховища: Hadoop, Hupertable та Cassandra.

– **Графові сховища (Graph stores)**. Бази даних цього типу використовують деревоподібну структуру, що є набором вузлів, пов'язаних між собою посиланнями. При цьому як вузли, так і посилання можуть мати декілька атрибутів. Широко застосовуються для вирішення задач, в яких дані мають велику кількість зв'язків. Приклади таких сховищ: Neo4j, AllegroGraph, Sones graphDB.

– **Документно-орієнтовані сховища (document stores)**. Ці сховища за своєю структурою нагадують Key-value сховища, але зазвичай значенням є документи або об'єкти, до структури яких можна робити запити. Документи можуть бути згруповані у колекції. Прикладами даних сховищ є CouchDB та MongoDB.

Іншими особливостями NoSQL-рішень є:

- застосування різних типів сховищ;
- можливість розроблення бази даних без задання схеми;
- використання багатопроцесорності;
- інноваційність;
- скорочений час розробки;
- швидкість роботи.

Висновки

Є велика кількість різних типів баз даних. На даному етапі розвитку технологій реляційні бази даних є найбільш поширеними, але з кожним роком все більше компаній під час своєї діяльності повинні опрацьовувати великі об'єми даних. І саме різні реалізації NoSQL баз даних найкраще підходять для організації, супроводу, опрацювання та контролю цих даних.

Список літератури

1. Why NoSQL? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.couchbase.com/why-nosql/nosql-database>. –[Назва з екрану].
2. Конец реляционных баз данных? Что такое NoSQL? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.programming-workshop.ru/data/databases/chto-takoe-nosql.html>. –[Назва з екрану].
3. A Comparison Of NoSQL Database Management Systems And Models. [Електронний ресурс] / O.S. Tezer. – Режим доступу: <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/a-comparison-of-nosql-database-management-systems-and-models>. –[Назва з екрану].

КРИТЕРИЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ КОМПРЕССИИ ВИДЕОИНФОРМАЦИИ

Для сжатия видеoinформации в распределенной компьютерной системе необходимо сконфигурировать основные параметры сжатия, оказывающие воздействие как на качество результата и степень сжатия, так и на время, затрачиваемое на сжатие. Эти параметры противоречивы, и одновременно с улучшением одних показателей результата они ухудшают другие.

Целью данной работы является разработка критерия эффективности распределенной системы компрессии видеoinформации, который учитывает соотношения между параметрами компрессии и показателями результата.

Введем критерий эффективности распределенной системы компрессии видеoinформации: отношение уровня искажения Q сжатой видеопоследовательности ко времени T , затраченному системой на выполнение сжатия – $\frac{Q}{T}$. Чем выше значение данного критерия, тем эффективнее распределенная система выполняет компрессию видеoinформации. При этом параметры компрессии: битрейт b , размер области поиска Ω и число задействованных узлов системы N оказывают влияние как на T , так и на Q .

Для построения моделей зависимостей $T(b, \Omega, N)$ и $Q(b, \Omega, N)$ применен метод регрессионного анализа. Для сбора выборки была задействована распределенная система Института проблем моделирования в энергетике им. Г.Е. Пухова [1] г. Киев в составе 12 логических узлов (каждый из которых выполнял один поток). Узлы функционировали в рамках следующей конфигурации: процессоры Intel Xeon 5405, оперативная память 4×2 ГБ DDR-2 на каждый вычислительный узел, коммуникационная среда InfiniBand 20Гб/с. На узлах кластера установлено промежуточное программное обеспечение: планировщик Torque, пакет OMPI. В системе выполнялась компрессия HD видеопоследовательностей при помощи метода, предложенного в работе [2].

Были построены полиномиальные регрессионные модели третьего

¹ к.т.н., доцент кафедры КСС ЗНТУ

порядка:

$$Q(b, \Omega, N) = 1,343 \cdot b - 0,055 \cdot b^2 + 0,0002 \cdot b^3 + 2,9 \cdot \Omega - 0,089 \cdot \Omega^2 + 0,0008 \cdot \Omega^3 + \\ + 0,221 \cdot N - 0,071 \cdot N^2 + 0,004 \cdot N^3.$$

$$T(b, \Omega, N) = 1,633 \cdot b - 0,076 \cdot b^2 + 0,0016 \cdot b^3 + 2,125 \cdot \Omega - 0,061 \cdot \Omega^2 + \\ + 0,0006 \cdot \Omega^3 - 10,783 \cdot N + 1,315 \cdot N^2 - 0,052 \cdot N^3.$$

Коэффициенты детерминации полиномиальных моделей $Q(b, \Omega, N)$ и $T(b, \Omega, N)$ составили, соответственно, 0,999 и 0,826.

Как уже было отмечено, критерием эффективности распределенной системы компрессии видеоинформации будет отношение уровня искажения ко времени сжатия $\frac{Q(b, \Omega, N)}{T(b, \Omega, N)}$ дБ/мин, которое необходимо

устремить к максимуму.

Введем ограничения:

1) $b \in [b_1; b_2]$, где величины b_1 и b_2 выбираются в зависимости от формата сжимаемой видеоинформации, например, для HD $b_1 = 5$ Мбит/с, а $b_2 = 15$ Мбит/с, для Ultra HD $b_1 = 30$ Мбит/с, $b_2 = 85$ Мбит/с;

2) $\Omega \in [\Omega_1; \Omega_2]$, где Ω_1 и Ω_2 устанавливаются в соответствии со стандартом, по которому выполняется компрессия, и могут принимать значения, соответственно, 8 и 255 пикселей;

3) $N \in [N_1; N_2]$, где N_1 и N_2 задаются исходя из доступных ресурсов распределенной системы компрессии видеоинформации.

Данная задача может быть решена методом Ньютона.

Таким образом, в работе предложен критерий эффективности распределенной системы компрессии видеоинформации, а так же разработаны регрессионные модели, описывающие зависимости между параметрами компрессии и показателями результата.

Список литературы

1. Система мониторинга кластера Института проблем моделирования в энергетике им. Г.Е. Пухова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://energrid.ipme.kiev.ua/ganglia/>
2. Скрупский С.Ю. Повышение эффективности сжатия видеоинформации в распределенных компьютерных системах / С.Ю. Скрупский // Электронное моделирование. – 2011. – №6 (33). – С. 57–72.

МЕТОДИ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ У КОРЕЛЯЦІЙНО-ЕКСТРЕМАЛЬНИХ СИСТЕМАХ НАВІГАЦІЇ З СКЛАДНИМИ ЕТАЛОННИМИ ЗОБРАЖЕННЯМИ

Забезпечення вимог високої точності визначення місцеположення літальних апаратів (ЛА) з кореляційно-екстремальними системами навігації (КЕСН) однозначно пов'язане з характеристиками еталонних зображень (ЕЗ), що використовуються [1, 2].

Реалізація потенційних можливостей забезпечення високої точності та імовірності визначення просторового положення ЛА з КЕСН можлива за рахунок використання складних ЕЗ. Принципи формування складних еталонних зображень пояснюються рис. 1 та рис. 2.

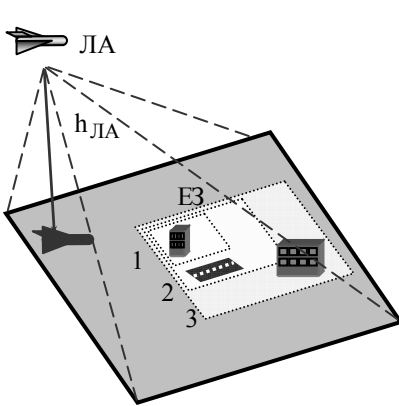


Рис. 1 – Принцип формування зосередженого складного ЕЗ

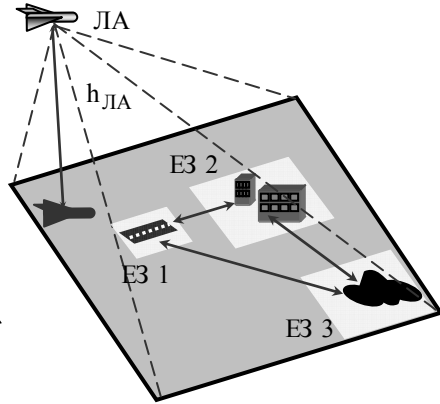


Рис. 2 – Принцип формування багатоеlementного розподіленого ЕЗ

Застосування складних ЕЗ вимагає розробки нових методів та алгоритмів вторинної обробки навігаційної інформації.

Формування складних ЕЗ (рис. 1, рис. 2) пропонується на основі

¹ Сотніков О.М. – д.т.н., професор, провідний науковий співробітник наукового центру Харківського університету Повітряних Сил.

² Таршин В.А. – к.т.н., доцент, докторант науково-організаційного відділу Харківського університету Повітряних Сил.

³ Сидоренко Р.Г. – к.т.н., с.н.с., старший науковий співробітник наукового центру Харківського університету Повітряних Сил.

розроблених авторами методів обробки інформації, передбачають:

– синтез системи ЕЗ за вказаними на рис. 1 та рис. 2 принципами, відповідно до обраної сукупності інформативних ознак, що використовуються КЕСН для визначення місцеположення ЛА;

– попереднє усунення геометричних викривлень отриманого зображення;

– послідовне або паралельне визначення екстремумів взаємних кореляційних функцій (ВКФ) поточного та елементів еталонного зображень;

– вторинну обробку (об'єднання) отриманої навігаційної інформації з метою отримання оцінок координат ЛА з високою точністю;

– реалізацію додаткових геометричних ознак у системі «ЛА – багатоелементне розподілене ЕЗ» (рис. 2).

На систему вторинної обробки покладаються як задачі просторової, так і часової обробки результатів первинних вимірювань.

Метод формування та обробки зосередженого складного ЕЗ пропонується застосовувати при визначенні положення ЛА над слабконтрастними ділянками ПВ, що мають одну зону прив'язки, а метод формування та обробки багатоелементного розподіленого ЕЗ при наявності двох або більше локальних інформативних ділянок зображення.

Встановлено, що кількість, склад та параметри складних зображень, що використовуються при реалізації методів обробки інформації в КЕСН зі складними ЕЗ визначаються: властивостями вихідних зображень, що використовуються для синтезу ЕЗ, швидкісними і маневреними характеристиками ЛА та можливостями бортової обчислювальної техніки щодо реалізації обраних методів первинної та вторинної обробки інформації у кореляційно-екстремальних системах навігації.

Список літератури

1. Баклицкий В. К. Корреляционно-экстремальные методы навигации и наведения / В. К. Баклицкий – Тверь: ТО «Книжный клуб», 2009. – 360 с.
2. Современные информационные технологии в задачах навигации и наведения беспилотных летательных аппаратов // Под. ред. М.Н. Красильщикова, Г.Г. Серебрякова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 556 с.

РАЗРАБОТКА ГРАФИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕЙСА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ

Разрабатываемая система централизованного управления учетными записями и правами доступа [1] основана на многоуровневой архитектуре. Обмен сообщениями между ГИП и сервером осуществляется пересылкой XML-сообщений по протоколу HTTP.

В качестве технологии разработки была выбрана библиотека Ext JS, отличающаяся хорошим быстродействием, поддерживающая технологию AJAX, анимацию, работу с DOM, реализацию таблиц, вкладок, обработку событий.

Для отправки асинхронного запроса на сервер используется собственный класс CRequest, который наследуется от Ext.util.Observable и конфигурируется XML-документом, содержащим тело запроса. Класс CRequest позволяет внешнему коду подписаться на уведомления о событиях успешной и неуспешной обработки запроса. В случае успешной обработки осуществляется разбор XML-документа, содержащего ответ. Затем происходит заполнение данными соответствующего элемента пользовательского интерфейса.

Кратко рассмотрим основные типы и свойства форм ГИП. Список представляет пользователю возможность работать с множеством объектов одного класса модели данных, а также выбирать один или несколько объектов для выполнения над ними определенных действий. При реализации информационной системы с использованием реляционной СУБД каждому объекту соответствует запись в одной из таблиц базы данных. Таким образом, каждый элемент списка может содержать значения полей одной или нескольких таблиц БД, а также поля, вычисляемые на основе бизнес-логики. Количество объектов, подлежащих отображению в списке, может быть большим (более тысячи). Процедура фильтрации позволяет отобразить для показа только те объекты, значения атрибутов которых удовлетворяют условиям фильтрации. Существует два способа создания компонентов ГИП, осуществляющих фильтрацию данных. Первый способ предполагает явное инстанцирование и настройку объектов в программном коде. Второй способ позволяет задать и настроить форму, содержащую фильтры при помощи XML, в котором для каждого компонента задается тип и

¹ К.т.н., доцент, доцент кафедры информатики, БГУИР, Минск

источник данных. Для просмотра и редактирования детальной информации об отдельном объекте используется форма-карточка. Карточка состоит из закладок, на которых располагаются элементы управления, позволяющие пользователю работать с отдельными свойствами объекта. Такая организация дает возможность удобно просматривать объекты, имеющие большое количество свойств. Кроме значений атрибутов на карточке может быть представлена информация о связях с другими объектами, а также вычисляемые поля. В процессе разработки программист может добавлять, делать недоступными и удалять закладки, распределять свойства по закладкам или удалять свойства из карточки. Также как и в списке, в карточке имеется возможность выполнять определяемые разработчиком действия над объектом.

Для удобства отладки и анализа работы элементов графического интерфейса в браузере IE, не имеющего встроенных средств отладки, реализован класс `CRequestLog`, содержащий циклический буфер *B* для хранения записей, содержащих информацию о запросах. При отсылке запроса в буфер *B* добавляется новая запись *R*, в которую копируются параметры запроса. При получении ответа от сервера в запись *R* сохраняются данные и время выполнения запроса. Для отображения содержимого `CRequestLog` разработано модальное окно `CRequestWnd`, которое может быть вызвано нажатием определенной комбинации клавиш.

Дальнейшее развитие ГИП системы подразумевает создание новых типов форм и улучшение стиливой гибкости.

Список литературы

1. Сержанов М.В. Система централизованного управления учетными записями и правами доступа SATORI // Материалы МНТК, приуроченной к 50-летию МРТИ–БГУИР, 18–19 марта 2014 года. Часть 1, – С. 470–471.

ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПОДСИСТЕМ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ В СОВРЕМЕННЫХ СУБД

Неотъемлемой частью современных систем управления базами данных является движок или подсистема хранения данных. Она отвечает за физическое хранение информации на накопителях, способ ее представления, фрагментацию и т.д. К современным подсистемам хранения данных относят InnoDB, MyISAM, nDB, XtraDB [1].

Выбор движка влияет как на производительность СУБД, так и на объемы занимаемого информацией пространства. Целью данной работы является исследование производительности этих движков для типовой базы данных.

Для экспериментов использован кластер ЗНТУ: 8 узлов с двухъядерными процессорами и 1 Гб DDR-2 оперативной памяти, 600 Гб-накопители, в которых для СУБД MySQL отведено по 32 Гб. Усредненные результаты экспериментов изложены далее.

Важным аспектом работы с базой данных является выборка по ключу. Результаты исследования подсистем хранения данных по критерию «выбор по ключу» приведены на рис. 1.

Как видно из рисунка, самой производительной является MyISAM, несколько уступает ей XtraDB. Движок nDB оказался немного медленнее, а самым медленным является самый надежный движок InnoDB. По всей видимости, снижение производительности является следствием повышения надежности.

Следующим критерием сравнения движков является выбор по атрибуту. Движки демонстрируют аналогичную тенденцию результатов. Кроме того, сама операция выбор по атрибуту выполняется медленнее, чем выбор по ключу в среднем в 350 раз, поскольку ключ индексируется, а выбор по индексу происходит быстрее. Движки так же продемонстрировали аналогичную предыдущему эксперименту производительность на потоках процессора.

Кроме выборки в БД часто применяют операции вставки данных. Результаты исследования движков по критерию производительности вставки данных приведены на рис. 2. MyISAM и XtraDB продемонстрировали существенное опережение nDB и InnoDB (показавших схожие результаты). Следует так же отметить, что

¹ аспирант, ассистент кафедры КСС ЗНТУ

производительность системы на потоках снизилась по сравнению с операцией SELECT. Это можно объяснить конкуренцией потоков, возникающей при блокировке таблиц, и снижающей общую производительность системы.

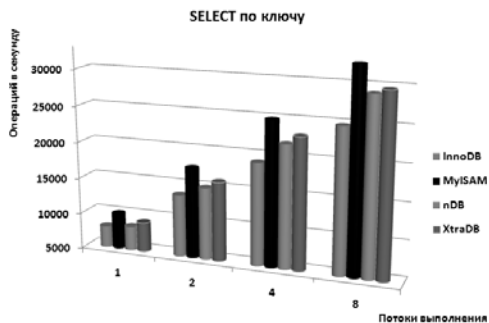


Рисунок 1. Результаты исследования по критерию выбор по ключу

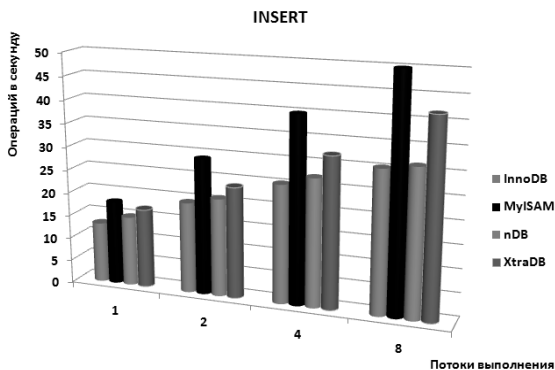


Рисунок 2. Результаты исследования по критерию вставки данных

Таким образом, можно сделать вывод о пригодности применения транзакционной подсистемы XtraDB и нетранзакционной MyISAM для современных СУБД.

Список литературы

1. Дюбуа П. MySQL. Сборник рецептов [Текст] / П. Дюбуа. – СПб: Символ-Плюс, 2004. – 1056 с.

ПРИМЕНЕНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ С ПОВТОРЯЕМЫМ ОБУЧЕНИЕМ В СИСТЕМАХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Применение регуляторов с самообучением типа ИТС (Iterative learning control) для управления процессами с повторяемой функциональностью позволяет значительно улучшить уровень характеристик качества. Такие регуляторы дают возможность эффективно компенсировать ошибку отслеживания траектории и влияние постоянных возмущений. Основная идея ИТС-подхода состоит в запоминании важных сигналов, регистрируемых в системе в процессе ее функционирования. В соответствии с этим, система управления реинициализируется и входит в фазу ожидания, которая используется регулятором для вычисления верхнего уровня закона управления в следующем цикле. В данном докладе рассматриваются особенности и перспективы применения цифровых ИТС-регуляторов в системах интеллектуального управления.

На практике ИТС-регуляторы, основанные на внедрении законов обучения, реализуются на микропроцессорных средствах и цифровой памяти. Функционирование ИТС-систем анализируется не только во временной области «t» (для классического исследования общей траектории), но в области повторений «k» (для исследования эволюции траектории в выбранный момент). Различные типы обучения можно сгруппировать в закон «ИТС-обучение 1-го порядка», или в законы «ИТС-обучение высокого порядка» путем введения в алгоритмы обучения информации, получаемой по результатам предыдущих итераций. При этом все законы обучения 2-го порядка можно заменить законом, порядок которого эквивалентен порядку функционирования.

Как правило, цифровая система характеризуется элементарным запаздыванием между выходом $y_{(n,T_s)}$ и входным управляющим сигналом $u_{(n,T_s)}$. Это может быть вызвано или наличием в системе экстраполятора 0-го порядка, или минимальной задержкой, определяемой циклом вычислений. SISO или MIMO-модели управляемого ИТС-процесса

¹ Д.т.н., профессор каф. ЭВМ Харьковского национального университета радиоэлектроники

² К.т.н., доцент каф. ЭВМ Харьковского национального университета радиоэлектроники

соответствуют классическим уравнениям следующего вида:

$$\begin{cases} x(n+1) = A \cdot x(n) + B \cdot u(n) + v(n); & 0 < n < N-1, \\ y(n) = C \cdot x(n) + D \cdot u(n) \end{cases}$$

где $v(n.T_s)$ – вектор повторяющихся возмущений (задается для каждой итерации); $x(0)$ – начальное состояние (задается для каждой итерации); T_s – период квантования (интервал дискретизации).

Для упрощения выкладок рассмотрим SISO-модель без матрицы прямой связи D (это соответствует большинству практических случаев). В предлагаемой модели все состояния выхода $y_{(n.T_s)}$ могут быть сгруппированы в один N – мерный вектор y , а компоненты v_k и x_k (повторяющиеся возмущения) сгруппированы в один вектор w_k :

$$y_k = O_N \cdot x_k + P_N \cdot u_k; \quad O_N = (C \cdot A^i); \quad P_N = (C \cdot A^i \cdot B),$$

где O – матрица наблюдаемости системы, а P – матрица импульсной реакции системы.

Отметим, что при $D \neq 0$ или $C \cdot B = 0$ надо осуществлять сдвиг индексов, чтобы P оставалась верхней диагональной матрицей (матрицей Тейлора) и всегда была обращаемой. Чтобы исключить вектор повторяемых возмущений $w(n)$ из временных уравнений, введем оператор рассогласования $\delta_k z(n) = z_k(n) - z_{k-1}(n)$ в области повторений. Он отражает эволюцию генерирования $z(n)$ между двумя последовательными повторениями. Такое представление преобразует задачу с двумя независимыми переменными (k и $n.T_s$) в задачу с одной переменной (k), что упрощает практическую реализацию подхода ИЛС.

Анализ показывает, что рассмотренный ИЛС-подход к обучению позволяет увеличить скорость сходимости ошибок и робастность системы управления за счет использования двух дополнительных уровней запоминания информации о процессе.

В докладе приведены результаты моделирования ИЛС-управления нелинейным процессом, подтверждающие возможность и целесообразность применения методов повторяемого машинного обучения в интеллектуальных системах.

ВЛИЯНИЕ РАЗРЯДНОСТИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ЦИФРОВОГО ФИЛЬТРА ТРАКТА ОБРАБОТКИ ПРИ ПЕРЕСТРОЙКЕ ЕГО ПАРАМЕТРОВ В МОБИЛЬНЫХ ПЛАТФОРМАХ

Автономные мобильные платформы все активнее входят в нашу повседневную жизнь. Это и варианты беспилотных летательных аппаратов, наземных платформ, а также надводных и подводных аппаратов. В большинстве случаев это сложные специализированные компьютерные системы, которые имеют специфические цели и задачи, связанные с управлением движения, связи с координирующим сервером, сбор, предварительная обработка и передача информации с датчиков.

При создании таких автономных мобильных платформ возникает задача перестройки работы трактов обработки информации при изменении условий работы или при доопределении каких-либо параметров. Например, в квадрокоптерах имеются системы определения безопасной высоты, у наземных платформ – устройства определения расстояния до препятствия.

В этих условиях компоненты, входящие в тракт обработки, должны иметь возможность перестраивать свои параметры (в узком или широком диапазоне) без потери устойчивости.

Тракт первичной обработки измерительной информации обычно имеет цифровой фильтр для выделения информационного сигнала на фоне помех. Однако, например, акустический зондирующий импульс может изменять свою частоту излучения для доопределения расстояния до препятствия. В этом случае цифровой фильтр должен отслеживать основную частоту излучения и перестраивать свои параметры для наилучшей фильтрации помех.

Автономные платформы имеют ограничения на энергоресурсы, что приводит к необходимости ограничивать разрядность представления коэффициентов фильтра.

Рассмотрим устойчивость цифрового фильтра при перестройке его параметров на примере фильтра второго порядка вида

¹ Бакалавр каф. КС ОНПУ

² Д.т.н., проф., зав. каф. КС ОНПУ

³ Д.т.н., чл.-корр. АПН Украины, проф. каф. КС ОНПУ

$$H(z) = \frac{a_0 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2}}{1 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2}} \quad (1)$$

Для фильтрации отраженного сигнала на фоне помех используется полосовой фильтр. Особенность этого фильтра состоит в необходимости перестройки его центральной частоты в соответствии с частотой излучения передатчика.

Область устойчивости фильтра второго порядка определяется коэффициентами знаменателя (1) b_1 и b_2 , рис. 1.

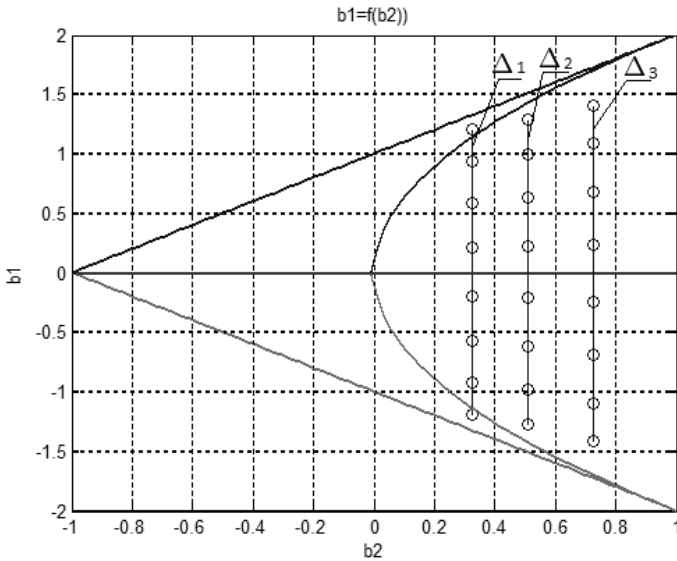


Рисунок 1. Треугольник устойчивости для цифровых полосового и режекторного фильтров Баттерворта второго порядка, где полоса пропускания $\Delta_1 > \Delta_2 > \Delta_3$

Анализ устойчивости полосового и режекторного фильтров Баттерворта второго порядка показал, что:

1. При уменьшении полосы пропускания коэффициент знаменателя b_2 смещается в сторону увеличения до 1. При увеличении полосы пропускания коэффициент b_2 стремится к 0. Поэтому при изменении полосы пропускания возможен выход на границу устойчивости или выход за область устойчивости фильтра;

2. При изменении разрядности представления коэффициентов знаменателя фильтра исследования устойчивости показали, что

коэффициент знаменателя b_1 имеет больший разброс, чем коэффициент знаменателя b_2 . Чем меньше величина коэффициента b_1 , тем больше разброс, который может достигать 12% относительной погрешности.

Аналогичный анализ для фильтров Баттерворта нижних и верхних частот (рис. 2) показал, что:

1. При увеличении частоты среза коэффициент знаменателя b_1 меняется от -2 до 2 ;

2. При изменении разрядности представления коэффициентов знаменателя фильтра исследования показали, что коэффициент знаменателя b_1 имеет больший разброс, чем коэффициент знаменателя b_2 . Чем меньше величина коэффициента b_1 , тем больше разброс, который может достигать 12% относительной погрешности.

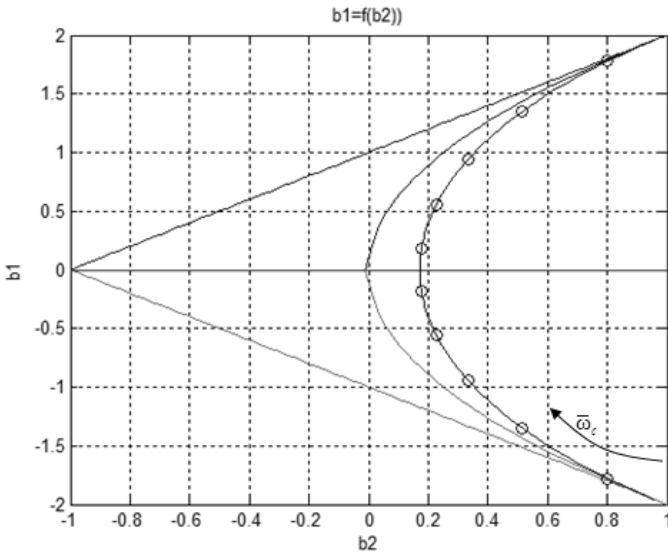


Рисунок 2. Треугольник устойчивости для цифровых фильтров Баттерворта второго порядка нижних и верхних частот, где $\overline{\omega}_c$ – относительная частота среза фильтра

Таким образом, при изменении разрядности представления коэффициентов знаменателя фильтра возможен выход за пределы устойчивости, что обуславливает необходимость проверки устойчивости фильтра при заданной разрядности представления коэффициентов и заданном диапазоне перестройки параметров.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА МОТИВАЦИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СОТРУДНИКОВ

До недавнего времени существовал только один метод мотивации сотрудников учреждения. Он выражался в денежном эквиваленте. Иными словами, чем больше уровень заработной платы сотрудника, тем больше его мотивация к труду. С развитием психологии человеческих отношений было выяснено, что не только финансовые поощрения дают стимул сотрудникам компании к работе. Существует еще очень много факторов, которые формируют мотивацию. Так, например, положительную роль в продуктивной работе играет наличие отдельного светлого кабинета, оснащенного кондиционером, компьютером и другой необходимой для комфортной работы техникой [1].

Мотивация персонала – один из способов повышения производительности труда. Мотивация труда персонала является ключевым направлением кадровой политики любого предприятия. Результаты работы сотрудников определяются с помощью КРП (англ. key performance indicators – ключевые показатели эффективности). КРП и мотивация персонала позволяют существенно улучшить эффективность и производительность работы компании [2].

Особенно актуальна проблема отслеживания мотивации сотрудников в организациях с высоким уровнем оплаты труда, а именно в IT-компаниях. Поэтому для решения этой проблемы актуальным является создание автоматизированной системы, которая помогла бы осуществить сбор данных, анализ и отслеживание изменений мотивации сотрудников в динамике и в зависимости от условий работы и личного профессионального роста сотрудника.

Большинство теоретиков систем мотивации приходили к выводу, что только «мотивация на результат» является совершенным подходом, т.к. обеспечивает компании возможность выплаты вознаграждений, а сотрудникам дает возможность получать и увеличивать доход в четкой зависимости от приложенных усилий.

Разработанная автоматизированная система анализа мотивации

¹ аспирант, ЗНТУ

² студ. гр. КНТ-129м, ЗНТУ

³ к.т.н., профессор, ЗНТУ

имеет несколько основных программных модулей, которые отвечают основным функциональным требованиям к системе:

1. Управление сотрудниками
2. Управление вопросами
3. Проведение опроса
4. Результаты опросов
 - Подсчет оценки
 - Результаты по важности
 - Результаты ответов по вопросу
 - Статистика ответов сотрудника
 - Статистика по категориям
 - Динамика по категориям

С помощью системы определенный сотрудник по приглашению (персональная ссылка) должен заполнить анкету с вопросами о его мотивации во время работы в компании. Каждый из вопросов относится к определенной области (категории), по которой задается вопрос сотруднику. Администратору системы доступна панель управления для проведения, сбора и анализа результатов профильного анкетирования по компании в целом, отдельному сотруднику и времени проведения опроса. Для подсчета результатов опроса применяются методы статистического анализа данных. В основе расчетов лежит частотный анализ данных по категориям.

Очень важно проводить оценку мотивации периодически. Часто изменения в результатах могут служить тревожным сигналом для руководства и требуют дополнительных мероприятий. Выходные данные системы обрабатывает непосредственно менеджер по персоналу, задачей которого является управление мотивацией каждого из сотрудников с целью повышения эффективности его работы в компании.

Перспектива данного исследования – применение временных рядов для реализации модели для прогнозирования значений факторов мотивации для сотрудников в компании на будущее время, на основе проведенной последовательности анкетирований в прошлом.

Список литературы

1. Акопов А.В. Эффективные способы мотивации сотрудников компании // Информационный портал «KPi-LiB Знания для бизнеса»: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kplib.ru/article.php?page=3>
2. Давыдов С. Не мешайте мне работать / С. Давыдов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://motivateme.ru/>, 2007. - 400 с.

БЕСПЛАТФОРМЕННАЯ НАВИГАЦИОННАЯ СИСТЕМА МАЛОГАБАРИТНОГО БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Один из главных недостатков бесплатформенных навигационной систем – накопление ошибок интегрирования данных и, как следствие, потеря адекватности данных. Один из вариантов борьбы с подобными проблемами является использование различных вариантов коррекции показаний бесплатформенной инерциальной системы (БИС) оптическими или иными дополнительными измерительными системами.

Преимущество оптической системы для решения задачи компенсации ошибок интегрирования заключается в том, что она обладает статической ошибкой, величина которой определяется разрешающей способностью ПЗС матрицы, но при этом она не накапливается во время работы, а следовательно по ее показаниям возможно совершать коррекцию данных. При этом предполагается применение и рекурсивных фильтров – фильтра Калмана.

Фильтр Калмана предназначен для рекурсивного дооценивания вектора состояния, априорно известной динамической системы. При этом для расчёта текущего состояния системы необходимо знать текущее измерение, а также предыдущее состояние самого фильтра. Фильтр Калмана, подобно другим рекурсивным фильтрам, реализован во временном, а не в частотном представлении, но в отличие от других подобных фильтров, оперирует не только с оценками состояния, а и с оценками неопределенности (плотности распределения) вектора состояния, опираясь на формулу Байеса условной вероятности.

Алгоритм работает в два этапа. На этапе прогнозирования, фильтр Калмана экстраполирует значения переменных состояния, а также их неопределенности. На втором этапе, по данным измерения (полученного с некоторой погрешностью) результат экстраполяции уточняется. Благодаря пошаговой природе алгоритма, он позволяет в реальном времени отслеживать состояние объекта и ошибок интегрирования с последующей компенсацией последних.

С целью уменьшения времени на отладку фильтра его работа моделируется реализацией приложений на языке Python для симуляции шумов датчика и непосредственно алгоритма подавляющий помехи посредством рекурсивного фильтра.

Симбиоз измерений блока инерциальных датчиков, обрабатываемых математическими средствами фильтрации, и блока

¹ докторант к. 301 ХАИ

² магистрант к. 301 ХАИ

спутниковой коррекции дают высокие показатели, однако их показатели очень сильно зависят от ряда факторов один из которых – изменение погодных условий. При повышенной облачности сигнал GPS может временно пропадать, что приводит к потере точности системы, а в свою очередь показания инерциальной навигации будут накапливать ошибку в течении времени. Для решения данной проблемы требуется внедрение контура оптической коррекции системы. Такая компоновка БИНС становится устойчивой к изменениям погодных условий, а именно сильной облачности, а т.к. она используется на малогабаритных летательных аппаратах, при учете того, что практический потолок исследуемого летательного аппарата не превышает 1 км, то система устойчива к слабым осадкам и туманности.

Для ведения съемки поверхности Земли используется цифровая USB камеру с разрешением 1,3 Мпкс. Для камер такого типа характерны три вида искажения: радиальное, тангенциальное и по касательной. Для определения степени искажения имеющейся камеры необходимо провести калибровку путем проведения съемки шаблонов с пропорциональным строго-геометрическим рисунком (например, шахматная доска) и вычисления ряда необходимых параметров.

Для повышения точности калибровки воспользуемся методом определения ошибки «Re-projection», который дает хорошую оценку. Учитывая внутреннее искажение и вращение матрицы перехода, сначала преобразовывается точка объекта для точки изображения, затем вычисляется абсолютная норма между полученным изображением после преобразования и алгоритмом определения угла. Чтобы найти среднюю ошибку, достаточным условием является вычисление среднего арифметического ошибок, рассчитанных для всех калибровочных изображений.

Программная реализация этой задачи заключается в том, что разработано приложение, осуществляющее поиск наиболее выделяющихся «ключевых» точек кадра и отслеживание их перемещения с частотой дискретизации равной частоте вычисления показаний акселерометров по фильтру Калмана с последующей обработкой в задачах коррекции.

В дальнейшем планируется создание для БИНС еще ряда приложений, в частности: оператор Кэнни – оператор обнаружения границ изображения; омографы (от др.-греч. $\square\mu\omicron\varsigma$ – «одинаковый» и $\gamma\rho\acute{\alpha}\phi\omega$ – «пишу») – слова, которые совпадают в написании, но различаются в произношении (в русском языке чаще всего из-за различий в ударении) и ряд других.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕПОЛНЫХ ДУБЛИКАТОВ В СИСТЕМАХ АНАЛИЗА ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

К актуальным задачам систем интеллектуального анализа электронных документов следует отнести обнаружение неполных или частично измененных дубликатов исходных изображений. Существующие методы обнаружения неполных дубликатов (детектор Харриса, SIFT-дескрипторы, метод TinyImages, хеш-метод) не позволяют получить высокую точность и полноту результатов для мобильных средств обработки цифровых изображений.

В данной работе предлагается метод, позволяющий быстро и эффективно находить неполные дубликаты изображений в галереях мобильных устройств. Модифицированный метод обладает приемлемой полнотой и точностью. Полнота R определяется как отношение числа найденных неполных дубликатов к общему числу неполных дубликатов документов в базе, а точность P – как отношение числа нечетких дубликатов в базе к общему числу найденных документов. Обобщенная характеристика, учитывающая как полноту, так и точность поиска, может быть определена следующим образом:

$$F = \frac{2PR}{R + P}.$$

Последовательность анализа изображений в интеллектуальных системах предполагает реализацию следующих этапов: предварительная обработка; построение описаний (формирование множеств признаков); интерпретация описаний (принятие решений). Определяющие признаки изображений, используемые для решения поставленной задачи, были разбиты на 2 группы. К первой группе отнесем набор гистограмм, для построения которых используются палитры HSV и RGB. Для RGB-палитры цветовое пространство разбивается на 32 равные части и определяется количество пикселей изображения в каждой из частей. Для HSV-палитры гистограммы строятся по каждой из компонент. Признаки, полученные из разных гистограмм, основанные на цветовых

¹ К.т.н., доцент каф. искусственного интеллекта Харьковского национального университета радиоэлектроники

² Аспирантка каф. искусственного интеллекта Харьковского национального университета радиоэлектроники

характеристиках отдельных пикселей, дополняют друг друга, так как палитры HSV и RGB связаны нелинейным преобразованием и отвечают за разные свойства объектов. Ко второй группе можно отнести признаки, основанные на подсчете граничных пикселей. Для вычисления этих признаков изображения переводятся в черно-белый формат, а затем из верхней и нижней областей изображений выделяются 20%-е полосы, для которых определяется количество «граничных» пикселей. Анализ показал, что для определения дубликатов изображений при работе на мобильном устройстве, целесообразно использовать идею хеш-метода в комбинациях с некоторыми более точными методами.

Приведем краткое описание предлагаемого метода:

Шаг 1. На этапе первичной обработки исходное изображение вначале уменьшается до разрешения 10*10, после чего краевые значения обрезаются до размерности 8*8. Такой способ позволяет сразу выделить основную часть изображения.

Шаг 2. Убирается цвет изображения. Изображение переводится в градации серого, при этом хэш уменьшается со 192 пикселей до 64.

Шаг3. Осуществляется приведение изображения к черно-белым битам. Каждый пиксель сравнивается со средним значением (если он больше среднего значения, то в ячейку хэша записывается 1, иначе 0).

Шаг 4. Производится построение хэша: 64 отдельных бита переводятся в одно 64-битное значение.

Шаг 5. Осуществляется сравнение анализируемого изображения с базовыми. Для сравнения пары изображений вычисляется расстояние Хэмминга с учетом весов. Нулевое расстояние означает, что это одинаковые изображения. Расстояние 5 означает, что изображения в целом близки друг к другу (нечеткие дубликаты). Если расстояние больше или равно 10, то это разные изображения.

Экспериментальное тестирование предложенного метода подтвердило его работоспособность. В частности, для нескольких выборок с полным объемом галереи в 200 фотографий были получены следующие средние значения оценочных характеристик: полнота – 0.8; точность – 0.86; *F*-мера – 0.83. Тестирование проводилось для базового приложения «Photofy», тематика которого близка к задаче определения неполных дубликатов изображений. На основе изложенного подхода был разработан программный модуль информационной поисковой системы, позволяющий анализировать коллекцию статических изображений и определять наличие неполных дубликатов.

ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ С УЧЕТОМ ИНЕРЦИОННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ИХ СОСТОЯНИЯ

В рыночных условиях деятельности возрастает значение эффективности управления динамическими системами в условиях изменения внешних и внутренних факторов. Особенно это важно для промышленных предприятий, функционирующих при значительных колебаниях спроса, использовании энергоемких ресурсов и инерционности изменения состояний объектов управления. Решение такой задачи требует проведения ее декомпозиции с формированием иерархии уровней управления и распределением между ними соответствующих подзадач управления с итеративным согласованием получаемых и принимаемых решений. Использование иерархии управления для организации управления в производственных системах позволяет отобразить содержание соответствующих подзадач, определить условия их решения, обеспечивающие эффективное управление деятельностью предприятия в рыночных условиях, рис. 1.

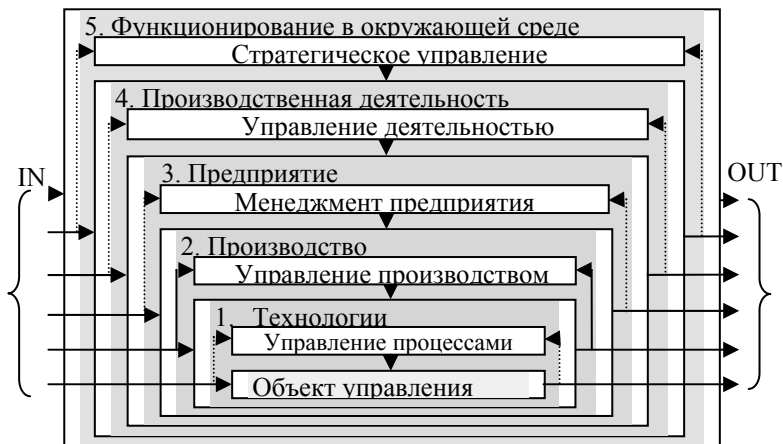


Рисунок 1. Структура подзадач управления производственной системой

Отсутствие согласований решений разных уровней приводит к

¹ Канд. техн. наук, доцент кафедры АСУ НТУ «ХПИ», Украина

потерям на различных этапах функционирования системы, что в свою очередь приводит к снижению эффективности производства и потребления продукции.

Эффективность управления в значительной степени определяется своевременной и адекватной реакцией на изменение условий функционирования, обеспечивающей соответствующие изменения состояния и режимов функционирования системы. Поэтому немаловажным фактором, оказывающим влияние на эффективность управления, является учет динамических характеристик объектов управления на разных уровнях. На нижних уровнях – это параметры, определяющие инерционность производственных и технологических процессов с заданными характеристиками при изменениях режимов функционирования. Данная инерционность является фиксированной величиной, определяемой технологическими и техническими параметрами. На высших уровнях – это инерционность в виде различного рода задержек между принятием решений и получаемыми результатами, которая является переменной величиной, зависящей от ряда внешних факторов, с признаками неопределенности.

Для учета указанных особенностей на разных уровнях управления в работе предлагается использовать систему математических моделей, позволяющих получить адекватные решения для целей получения стратегических решений, эффективного планирования и оперативного управления.

Для представления подзадач каждого уровня могут быть использованы модели задач математического программирования, описывающие динамические процессы с применением методов многокритериальной оптимизации и построением множеств Парето-оптимальных решений на основании идеологии системной оптимизации.

Таким образом, решение задач управления производственной системой в рыночных условиях требуют использования иерархии решений подзадач управления, требующих взаимного согласования. Эффективная координация этих действий может быть обеспечена применением системной оптимизации и методов оптимального управления. Указанные подходы могут быть реализованы в составе интеллектуальных информационных систем поддержки принятия решений и управления разных уровней.

ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВЕЛЬ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

У даний час зростання вартості теплоносіїв та дефіцит паливних ресурсів зумовлюють необхідність планування споживання теплової енергії. Прогнозування потреб у тепловій енергії може стати одним із шляхів вирішення проблеми енергозбереження.

На даний час інформаційні технології широко використовуються в теплоенергетиці для вирішення широкого кола задач. Для прогнозування потреб у тепловій енергії використовуються класичний (статистичний) метод, регресійні моделі та методи, а також методи з використанням штучних нейронних мереж.

За допомогою нейронних мереж здійснюється моделювання нелінійної залежності майбутнього значення часового ряду від його фактичних значень і від значень зовнішніх факторів. Згідно з [1] штучні нейронні мережі доцільно застосовувати при вирішенні таких задач енергетики, як управління параметрами технологічного обладнання теплогенеруючих підприємств, управління відпуском тепла, а також управління теплозабезпеченням будівель.

Технології з використанням нейронних мереж широко використовуються для прогнозування потреби будівлі в тепловій енергії в різний час від одного дня до всього опалювального сезону [1–2]. При прогнозуванні теплозабезпечення будівель необхідно враховувати вплив погодних умов (температура, тиск повітря, швидкість вітру, напрямок і т.д.), коливання потреби в тепловій енергії в залежності від сезону.

Дана робота присвячена реалізації прогнозування теплозабезпечення будівель у якості однієї з підсистем інформаційно-аналітична система моніторингу та прогнозування теплозабезпечення будівель «HeatCAM» [3–4], основним завданням якої є короткострокове прогнозування теплозабезпечення будівлі.

Для прогнозування обрано нелінійну авторегресійну мережу із зовнішніми входами (NARX), що дозволяє поєднати параметри зовнішніх входів мережі та попередні значення прогнозованої величини. Побудовано нейронну мережу з одним прихованим шаром, що

¹ Шендрик В. В., доцент кафедри комп'ютерних наук СумДУ

² Парфененко Ю. В., асистент кафедри комп'ютерних наук СумДУ

³ Галіченко О. С., студент факультету ЕлІТ СумДУ

складається з 10 нейронів та одним вихідним шаром з одним нейроном. Значеннями входів нейронної мережі є прогнозні метеорологічні дані (температура навколишнього повітря, швидкість вітру, атмосферний тиск та вологість повітря), зібрані зі спеціального сайту, а також тип дня тижня (робочий день, неповний робочий день, вихідний день). Навчальна вибірка формується з даних витрат теплової енергії для кожної будівлі за три попередні роки, які зберігаються в базі даних на сервері системи моніторингу. На виході нейронної мережі одержуємо кількісну величину потреби в теплозабезпеченні конкретної будівлі на наступну добу.

Навчання нейронної мережі здійснюється на основі 70% навчальної, 20% тестової і 10% перевіркової вибірки. Нейронна мережа навчається за алгоритмом Левенберга-Марквардта.

Підсистему прогнозування протестовано для визначення теплозабезпечення однієї з будівель бюджетної сфери. Використання результатів прогнозування для регулювання теплозабезпечення дозволило знизити споживання теплової енергії протягом опалювального сезону приблизно на 15%.

Список літератури

1. Вороновский Г. К. / Проблемы и перспективы использования искусственных нейронных сетей в энергетике. Ч. 2. Управление / Г. К. Вороновский, К. В. Махотило, С. А. Сергеев // Пробл. заг. енергетики. –2007. – № 16. – С. 54–67.
2. Chramcov Bronislav. Heat Demand Forecasting for Concrete District Heating System / Bronislav Chramcov, Jaroslav Baláte, Michail Princ // International Journal of Mathematical Models and Methods in Applied Sciences. – 2010. – Vol.4, №4. – Pp. 231–239.
3. А. с. 47753 Україна. Комп'ютерна програма «Інформаційно-аналітична система моніторингу та прогнозування теплозабезпечення будівель HeatCAM» / В. В. Шендрик, В. Г. Неня, Ю. В. Парфененко, Р. П. Окопний.– № 51299; зареєстр. 18.09.2013.
4. Парфененко Ю. В. Інформаційно-аналітична система моніторингу та прогнозування теплозабезпечення будівель / Ю. В. Парфененко, В. В. Шендрик, В. Г. Неня, Р. П. Окопний // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2013. – № 743. – Ч.1. – С. 38–43.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ИСПЫТАНИЙ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Для достижения хороших эксплуатационных характеристик сложных технических систем (СТС) с высокой степенью надежности и безопасности огромную роль играют испытания.

Среди различных видов испытаний таких СТС как газотурбинные установки наземного применения (ГТУ НП) немаловажное значение имеет процесс исследовательских испытаний, основное содержание которого составляют многочисленные и разнообразные испытания работоспособности и взаимодействия новых систем и узлов. Эффективное управление этими испытаниями является актуальной задачей [1].

Объектом исследовательских испытаний могут являться как ГТУ в целом, так и отдельные ее системы и узлы. По результатам исследовательских испытаний выясняются причины отклонений от проектных данных, проверяется эффективность мероприятий по устранению дефектов и улучшению основных показателей по мощности, экономичности, устойчивости, надежности и безопасности.

Комбинирование методов управления проектами, управления качеством и инженерии знаний позволит провести систематизацию и документирование (формализацию) процесса исследовательских испытаний. Для чего необходимо выполнить декомпозицию и оптимизировать процесс исследовательских испытаний ГТУ НП.

Для реинжиниринга процесса исследовательских испытаний в первую очередь необходимо построить модель текущего состояния процесса. Для этого была проанализирована общая модель процесса испытаний, построенная ранее [2], где описание процесса строится с помощью семантических элементов предметной области.

Применительно к исследовательским испытаниям общая модель испытаний была уточнена и расширена.

Так, например, этапу «Планирование» необходимо уделить особое внимание, поскольку процесс исследовательских испытаний ГТУ НП является сложным комплексным процессом, объединяющим большое число разнородных испытаний, а оптимизация данного процесса и эффективное управление им в первую очередь зависит от рационального планирования всех работ и оптимального распределения ресурсов.

После инициации этапа «Планирование» необходимо четко сформулировать общие цели и задачи исследовательских испытаний. Далее локализуют предметную область проведения работ и выделяют

¹ аспирант кафедры программных средств ЗНТУ

² кандидат технических наук, доцент кафедры программных средств ЗНТУ

объекты для испытаний. Это могут быть как отдельные системы и агрегаты, так и ГТУ в целом. На данном этапе эффективными методами являются экспертное оценивание, составление ассоциативных карт, анализ документации на изделие, анализ документации на дефект, использование опыта проведения исследовательских испытаний предыдущих лет и т.д. Следует отметить, что выделение объектов для исследовательских испытаний проводится с учетом имеющихся временных и материальных ресурсов.

После этого выполняется декомпозиция работ, на основании которой формируют программу испытаний. Эффективным инструментом для декомпозиции работ являются иерархические структуры, например, Work Breakdown Structures (WBS), которые осуществляют иерархическое деление процесса на естественные элементы (операции) с целью обеспечения его контроля и управления.

Кроме изменений в ходе планирования исследовательских испытаний сам процесс также расширен (рис. 1). В результате реинжиниринга процесса исследовательских испытаний в модель испытаний внесены внутренний и внешний циклы, что позволит рационализировать процесс за счет разделения информационных потоков.

Внешний цикл реализует разделение исследовательских испытаний на логические уровни. Внутренний цикл создает ветвление внутри одного уровня для повторения этапов «Проведение испытаний» и «Обработка и анализ результатов испытаний» в зависимости от требуемых доработок.

В ходе комплексных исследовательских испытаний проводится большое количество различных видов работ, по результатам которых скапливается большое количество отчетной документации (технических актов, отчетов, мероприятий по доработкам). Основным методом управления, используемый в настоящее время, - документационный, поэтому в обеспечении качественного управления большую роль играет, в том числе, и формализация системы документооборота процесса исследовательских испытаний.

В результате проведения реинжиниринга были выделены основные потоки документооборота, что в дальнейшем может быть использовано для автоматизации системы документооборота исследовательских испытаний ГТУ НП.

Разработанный подход был применен для комплексных исследовательских испытаний газоперекачивающего агрегата разработки АО «МОТОР СИЧ».

В ходе проведенной работы был выполнен реинжиниринг процесса исследовательских испытаний, который позволил адаптировать процесс исследовательских испытаний под постоянно изменяющиеся условия.

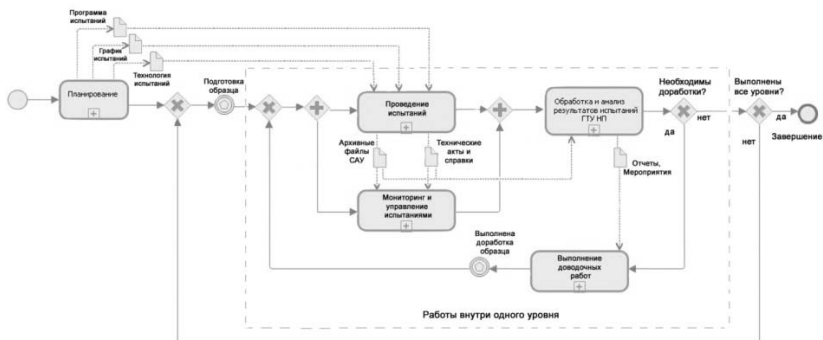


Рисунок 1. Модель процесса исследовательских испытаний

Были построены модели процесса испытаний ГТУ НП в целом и для исследовательских испытаний в частности.

Модели процесса испытаний ГТУ НП позволили:

- обозначить основные этапы процесса;
- выделить основные задачи;
- планировать порядок работ, сроки их выполнения и необходимые ресурсы.

Использование потоков работ как функциональной основы процесса исследовательских испытаний позволило описать схемы движения документов, что дает возможность в дальнейшем автоматизировать документооборот процесса исследовательских испытаний.

Рассмотрено применение предложенного подхода для комплексных исследовательских испытаний газоперекачивающего агрегата, что позволило уменьшить время и затраты на доработку за счет исключения времени и затрат на перевозку образца с места эксплуатации на завод и обратно.

Перечень ссылок

1. Шитикова Е.В. Роль исследовательских испытаний для новых разработок [Текст] / Е.В. Шитикова, В.П. Митин, В.И. Морозов // Научно-техническое обеспечение производства и эксплуатации газотурбинных и парогазовых установок : LVIII науч.-техн. сессия по проблемам газовых турбин и парогазовых установок, 20–23 сентября 2011 г., г. Москва : тезисы докл. – М.: ОАО «ВТИ», 2011. – С. 207–212.
2. Шитикова Е.В. Информационная модель процесса испытаний газотурбинных установок наземного применения [Текст] / Е.В. Шитикова, Г.В. Табунщик // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2012. – № 1(28). – С. 101–108.

ОБУЧАЮЩИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ДЛЯ ИНТЕРАКТИВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

Электронное обучение является центральным, системообразующим элементом в структуре информационного общества. В университетах все больше внимания уделяется существованию и использованию таких средств как e-learning и m-learning, которые выступают в роли автоматизированной системы управления учебным процессом, внедряются виртуальные и дистанционные лаборатории.

Новым подходом к развитию образования является смарт-обучение: объединение учебных заведений и преподавательского состава для осуществления совместной образовательной деятельности в сети Интернет на базе общих стандартов, соглашений и технологий. Создан новый проект – Единый европейский университет с общим деканатом, который будет сопровождать перемещение студентов от вуза к вузу. Это позволит гибкое обучение в интерактивной образовательной среде с помощью контента со всего мира, находящегося в свободном доступе.

Несмотря на быстрое развитие новейших технологий электронного обучения, все так же остро стоит одна из самых важных задач процесса обучения – проверки уровня знаний и навыков студентов. Проблемы компьютерного контроля знаний обычно рассматриваются по двум аспектам: методологическом и техническом. Одним из методологических аспектов является формирование набора тестовых вопросов и заданий для опроса, т.е. преобразование учебного материала в тестовые задания, которые в дальнейшем будут скомпонованы в тестовый материал.

Для интеллектуального метода тестирования, который обеспечит каждому студенту индивидуальный подход, соответствующий его уровню знаний, необходимо провести оценку соответствия тестового материала, для использования в качестве данных обучающего эксперимента.

Алгоритм составления тестового материала следующий [1]: структурирование учебного материала; становление логических связей между элементами учебного контента; составление тестовых заданий; выбор оптимальной формы тестовых заданий; составление плана теста; проверка теста на большой выборке испытуемых.

Важно также отметить, что определение уровня сложности

¹ аспирант каф. ПЗ ЗНТУ

² к.т.н., доцент каф. ПЗ ЗНТУ

тестовых заданий влияет на качество оценки уровня знаний тестируемых и имеет зачастую субъективный характер. Трудность заданий в тесте можно определить автоматически в ходе статистической обработки результатов тестирования и с помощью оценки экспертов.

Было проведено исследование репрезентативности обучающей выборки для оценки знаний в виде тестирования с анкетой. Данное тестирование состояло из тридцати тестовых заданий трех уровней сложности (по десять вопросов на каждый уровень сложности) по базовой нормативной дисциплине «Компьютерная логика», которая была изучена студентами на 1 курсе. В качестве экспертов выступали 16 студентов дневного отделения 4 курса направления 6.050102 «Компьютерная инженерия».

Тестируемым предлагались тестовые задания с анкетой, которая состояла из четырех вопросов: определить уровень сложности (первый, второй, третий) и оценить качество вопроса (понятна ли формулировка вопроса, корректность вариантов ответов, уверен ли студент в правильности выбранного варианта ответа). Результаты тестирования показали достаточный и высокий уровень знаний студентов.

Основываясь на мнении тестируемых, тестовые задания были перераспределены по уровням сложности и пересчитаны итоговые баллы студентов. В среднем баллы понизились на 0,03%, но не больше чем на 0,06%, что не повлияло на итоговые оценки студентов.

Также была проведена математическая статистическая обработка результатов тестирования с помощью метода последовательных итераций (приближений) [1], которая дала возможность получить количественную оценку уровня сложности заданий. Данные результаты тестирования хорошо коррелируются с экспертными данными, поэтому такой тест валиден, т.е. пригоден для определения уровня знаний по данной дисциплине. В дальнейшем исследованный тестовый материал будет использован в разрабатываемом методе адаптивного контроля знаний студентов.

Список литературы

1. Олейник Н.М. Тест как инструмент измерения уровня знаний и трудности заданий в современной технологии обучения [Электронный ресурс]: учебное пособие/ ДГУ – Электрон. дан. (1 файл). – 2013. – 66 с. – Режим доступа: <http://opentest.com.ua/test-kak-instrument-izmereniya-urovnya-znaniy>. - Название с экрана.

ПРИМЕНЕНИЕ ДИСКРЕТНОГО ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ПОИСКА ШАБЛОНОВ ВО ВРЕМЕННЫХ РЯДАХ

В последнее время в различных сферах науки и техники с ростом размеров хранимых баз данных все больше внимания уделяется задаче анализа временных рядов. Временной ряд – это последовательность собранных в разные моменты времени значений каких-либо параметров исследуемого процесса или объекта.

Методы интеллектуального анализа призваны исследовать временные ряды с целью нахождения в них скрытых шаблонов (уже известных либо новых). Несмотря на то, что все эти методы используют различные математические подходы, все они имеют одну общую особенность: для их применения скорее необходимо более высокоуровневое представление данных, чем исходные сырые данные.

Такое высокоуровневое представление необходимо как для выделения характеристик временного ряда, так и для его эффективного хранения, передачи и обработки. При этом правильный выбор представления и точность аппроксимации исходного временного ряда в значительной степени влияет на эффективность его исследования.

Основное применение вейвлетов – это анализ данных с временными или пространственными особенностями. Дискретное вейвлет-преобразование (ДВП) предоставляет исследователю мощный математический аппарат, позволяющий проводить многомасштабный анализ рядов во временной области. Путем разложения данных на компоненты в базисе анализирующего вейвлета ДВП позволяет представлять исходные данные с различной степенью детализации.

Вейвлеты имеют множество благоприятных свойств, таких как нулевые моменты, иерархическая многомасштабная структура декомпозиции, линейная временная и пространственная сложность преобразования, декорреляция коэффициентов и большое многообразие базисных функций. Эти свойства позволяют получить значительно более эффективные решения многих проблем поиска шаблонов во временных рядах.

Среди возможностей ДВП, которые имеют большой потенциал для поддержки современных подходов к анализу временных рядов, следует выделить следующие:

¹ к.т.н., доцент кафедры программных средств, ЗНТУ

- компактное многоуровневое представление временного ряда;
- понижение размерности данных, сжатие данных;
- очистка данных от шума;
- выявление внезапных изменений, пиков и выбросов в данных.

Рассмотрим более подробно задачи анализа временных сигналов, в которых вейвлеты находят свое эффективное применение.

1. Поиск подобия во временных рядах предполагает отыскание полного или частичного совпадения с заданным рядом (шаблоном). При этом вводится параметр допустимого расстояния между рядами. Решение данной задачи состоит из двух этапов: индексирования рядов и выполнения запросов. Индексирование – это процесс создания указателей для ускорения доступа к данным, предполагающий выделение признаков временного ряда и его сжатие. ДВП в данной задаче может быть применено для выполнения индексирования данных и создания метрик расстояния между рядами.

2. Классификация временных рядов состоит в назначении ряду одной из заранее известных меток класса. ДВП может быть интегрировано в классификацию временных рядов двумя путями: применение методов классификации к результатам вейвлет-преобразования и применение многомасштабного представления данных.

3. Кластеризация временных рядов состоит в их разбиении на группы по подобию. Кластеризация позволяет идентифицировать шаблоны и тренды для каждой из групп. В данной задаче ДВП может быть применено на этапе вычисления метрик расстояния между рядами.

4. Выявление аномалий в поведении временных рядов включает: определение внезапных изменений в рядах, выявление аномалий путем сравнения расстояний между несколькими рядами и выявление нерегулярных шаблонов.

5. Прогнозирование значений временного ряда в будущем на основании исторических данных.

В докладе рассмотрены задачи анализа временных рядов, а также перспективные направления применения дискретного вейвлет-преобразования для усовершенствования и повышения эффективности существующих методов.

Перечень ссылок

1. Малла, С. Вэйвлеты в обработке сигналов / С. Малла. – М.: Мир, 2005. – 671 с. Data Mining and Knowledge Discovery Handbook, 2nd ed. / edited by O. Maimon,
2. L. Rokach. – Springer Science+Business Media, LLC, 2010. – PP. 1049–1077.

4 СЕКЦІЯ «ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОЕКТУВАННІ ТА ВИРОБНИЦТВІ ЕЛЕКТРОННИХ АПАРАТІВ»

UDC 621.396.6.017:004.942

Kaspyrovych Nataliia¹

METHODS OF OPTIMIZING THE FINNED CHANNEL THERMAL CHARACTERISTICS IN RADIO ELECTRONIC DEVICES FOR FORCED AIR COOLING SYSTEMS

Providing thermal regime is one of the important tasks that appear during designing of electronic equipment. This problem is actually for cassette type mobile electronics with high specific heat release [1].

In recent years computer-aided engineering systems have been applied for thermal designing of radio electronic equipment. [2, 3]. This approach has been developed to optimize the designs of radiators and sealed electronic devices units with natural cooling [4]. However, these approaches have not been used to optimize designs of electronic devices with forced cooling. In this case the model of the section including most loaded units with heat fin design can be represented as a model of a finned channel.

The thermal characteristics of finned channel are researched to get the mathematical models in an analytical form suitable for solving optimization problems.

To investigate the thermal characteristics of finned channel the dependences of the maximum thermal resistance R_t channel on the number of edges (n), fin thickness (d_f) and the height of the fins (l_f) were analyzed.

The objective function of optimization is

$$R_t \rightarrow \min;$$

The dependence on the parameters R_t is approximated by the sum of functions

$$R_t = \sum f_i(x_i).$$

Optimal values are found under the conditions:

$$\frac{\partial f_i}{\partial x_i} = 0, \quad (i = 1..n)$$

¹ Graduate student, Department of Information Technology of electronic devices, ZNTU

$$x_i = \sqrt{\frac{g_{2i}}{g_{1i}}}$$

To optimize the values of the parameters it is necessary to use the iteration algorithm that would ensure achieving the required accuracy by means of successive approximations.

As an initial approximation in the optimization the sizes of finned channel in which the heat treatment is performed were chosen. The selected finned channel had 15 fins on each side, a 10-mm edge length and 1 mm-edge width. The results of structural optimization of the finned channel are demonstrated in Table. 1.

Table 1. Finned channel parameters

№	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n, units	10	15	15	18	21	22	22	23	24	24
d _r , mm.	1	0,9	0,7	0,6	0,49	0,4	0,3	0,35	0,27	0,24
R _t °C/W	1,07	0,71	0,76	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68	0,67

The optimization showed that after 6 iterations the required accuracy was achieved, thermal conditions were improved to an acceptable value and the weight and dimension parameters decreased approximately 2-fold.

References

1. Pat. 13704 Ukrayina, MPK G01S 7/36 H04B 15/00. Pristrly dlya podavlennya pasivnih zavod [Text] / Kaspirovich O.G., Lavrentev V.M., May I.D., Presnyak I.S.; zayavnik ta patentovlasnik KP «NVK «Iskra». No. u200509636; zayav.13.10.2005; opubl.17.04.2006, Byul. No. 4, 2006.
2. Nenashev, A. P. Konstruirovaniye radioelektronnykh sredstv [Text]/ A.P. Nenashev.– M.: Vyssh. shk., 1990.- 432 p.
3. Alyamovskiy, A.A. Inzhenernyye raschety v Solid Works Simulation [Text]/ A.A. Alyamovskiy; M.: DMK Press, 2010. – 464 p.
4. Gaponenko, N.P. Optimizatsiya ob'ema germetichnykh blokov radioelektronnoy apparatury [Text]/ N.P. Gaponenko, O.V. Sirotuk, E.V. Ogrenich, Yu.A. Lopatka, E.K. Areshkin// Prikladnaya radioelektronika.– 2012. –T.11 – No. 3 – pp. 155–158.

THE DESIGN OF AN EMBEDDED SYSTEM FROM IDEA TO PRODUCT

Introduction

In the past teaching embedded system was often just a pile-up of different courses. However, tackling the complexity of the real design process, we needed a new pedagogical and technical approach to introduce this process to students.

Experience has shown that every new educational technology needs to be coupled with appropriate pedagogy. The pedagogy of teaching a subject is dependent on the technology used, and technology used in learning materials demand for a special pedagogical approach. The management of the development of the materials and methods proves to be a huge task and demands for a multi-disciplinary team.[1]

In putting forward a new approach in the teaching and learning method for the subject of design of embedded systems, aim is to appeal to students for efficient learning. The case is on embedded systems to offer students a real life case of product design all the way down from idea to production [2].

BCA (Baby Car Alarm project)

The BCA is a student project where students have to work together in multidisciplinary student teams to produce an alarm system for the protection of infants in cars. The BCA will send an alarm call to the parents when they forget their child in the car on hot or cold days, with possible lethal consequences. The goal is not only to make a functional prototype, but also to take all technical and legal limitations in account for mass-production and commercial market release. Moreover, they needed to work as much as possible in a parallel fashion to rapidly produce a working prototype as to get acquainted to concepts of hardware/software/mechanical co-design, rapid prototyping and time-to-market.

The need for formal communication, planning and collaboration in different fields of expertise is decisive for a successful product development. This

¹ing., Msc, lecturer mechanical design, Faculty of Engineering Technology, KU Leuven-campus De Nayer, Belgium, peter.arras@kuleuven.be

²ing. Msc, Lecturer embedded systems, Thomas More university college, Campus De Nayer, Belgium, dirk.vanmerode@thomasmore.be

³ing, Msc, project engineer, Thomas More university college, Campus De Nayer, Belgium, bart.tanghe@thomasmore.be

demands a multi-disciplinary team of teachers (for development of the courses) and teams of students (for running the student project).

The teaching team consists of 5 people: hardware and software engineering, mechanical engineering and project management.

There are 3 student teams defined: the hardware team which is responsible for the functional and structural design of an embedded system and legal matters, the software team which develops the necessary software according to safe-coding standards and the mechanical team which provides a sturdy housing for the product. Moreover, this mechanical team needs to take the automated production of the case into account. The eventual goal for mechanical production is injection molding. For the prototype a 3D-printer is used for rapid prototyping.

For all the teams to work together, a thorough preliminary investigation was necessary to define all functional and production requirements and to perform a risk analysis, both on the end-product as on the design and production process. Result is a functional prototype, with a printed housing and all necessary measures to avoid EMC / EMI problems, to provide resilience to shock or vibration of the hardware and with design-for-manufacturing in mind.

Conclusions.

The caseshowed that a multi-disciplinary approach in the design and realization of a new learning method is valuable, and even quite indispensable in engineering (studies). This is a necessity for teachers working together in the development of new learning strategies and also an attitude which should be thought to students in project work.

Secondly, working on the case showed that the management/organization needs to be open-minded and supportive of the idea of multi-disciplinary teams. And to be more specific, it should offer real support on the work, not only supportive words. The management's belief that computers will solve everything just by being present, needed to be converted to a belief in people who get the best out of their tools when collaborating. From the point of organization, the multi-disciplinary approach in which every teacher had to cross-border his subject-territory, was a painstaking process, but in the end it was a successful attempt to make a new learning environment available for the students.

References

- 1.Kozik, T., Simon, M. , Preparing and managing the remote experiment in education., International Conference ICL IGIP 2012, Villach, Austria, 2012
- 2.Van Merode, D., Arras, P., Van Bauwel, J., Use of state of the art ECAD design tools in high innovative studies, CADSM2013, 978-617-607-393-2, p. 72-79, (2013)

ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ТА ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНИХ ВАРІАНТІВ ПОБУДОВИ ТА ВИГОТОВЛЕННЯ РЕА

Abstract – A software for modeling and optimization of technological manufacturing processes using various techniques are presented.

Вступ. Зважаючи на високий розвиток сучасного виробництва, проблема оптимізації складних технологічних процесів для забезпечення заданого рівня безвідмовності залишається актуальною. І це зважаючи на ґрунтовну базу методів і відповідних їм інструментів, таких як «RAM-Commander» чи «АССОНИКА». Колективом авторів пропонується своя методика вирішення вказаної проблеми для такої галузі як виготовлення радіоелектронної апаратури (РЕА) шляхом моделювання та оптимізації технологічних процесів (ТП), зокрема шляхом оптимізації контрольних процедур за технічними та економічними критеріями [1,2].

Програмний комплекс ОПТАН. На основі наукових напрацювань авторами розроблений програмний комплекс «ОПТАН», який дає можливість приймати рішення щодо стратегії контролю, оцінювати ризики та витрати, до яких приведуть прийняті рішення на етапах виробництва та експлуатації, оперативно оцінювати вплив взаємозв'язків великої кількості параметрів технологічних операцій різної фізичної природи на витратність процесів виробництва та гарантійного обслуговування. Розроблені версії програмного комплексу надають користувачу (технологу) можливість спостерігати функціональні залежності витратності процесу від його параметрів та, спираючись на свої знання організаційних та технічних заходів щодо впливу на параметри процесу, свідомо обирати рішення щодо необхідності змін у організації процесу.

На рис.1 як приклад наведені результати оптимізації технологічного процесу виготовлення біполярних інтегральних мікросхем методом покрокового перебору, «золотого січення», «Хука-Дживса» (рис. 1а) та Парето-методом (рис. 1б). Останній реалізує принципи багатопараметричної оптимізації та дає змогу користувачу (технологу)

¹д.т.н., професор НУ «Львівська політехніка», ІТРЕ

²к.т.н., професор НУ «Львівська політехніка», ІТРЕ

³д.т.н., професор, зав. каф. ТРР професор НУ «Львівська політехніка», ІТРЕ

⁴аспірант каф. ТРР НУ «Львівська політехніка», ІТРЕ

вибрати з множини Парето-набору альтернатив (комбінацій різних значень параметрів) такий варіант, який буде відповідати заданим вимогам (конкретний рівень дефектності чи сумарних витрат, відмінних від оптимальних).

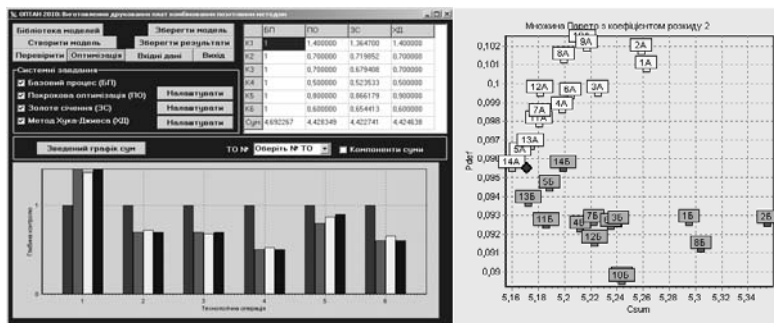


Рисунок 1. Результати оптимізації технологічного процесу:
 а – методом покрокового перебору, «золотого січення» та «Хука-Джівса»;
 б – Парето-методом

Висновки. Представлений програмний комплекс ОПТАН рекомендується для вирішення задач оцінки ефективності існуючих варіантів контролю ТП, при розробці ТП, виборі раціональних варіантів контролю, обґрунтування вибору використовуваного контрольного та технологічного обладнання та ін. Комплекс пройшов тестування при дослідженні різних виробничих технологічних процесів виготовлення РЕА. Програму супроводжує детальна настанова з використання. Подані документи на реєстрацію права інтелектуальної власності.

Список літератури

1. Бобало Ю. Якість, надійність радіоелектронної апаратури: елементи теорії і методи забезпечення: Бобало Ю. Якість, надійність радіоелектронної апаратури: елементи теорії і методи забезпечення: монографія / Ю.Я. Бобало, Л.А. Недоступ, М.Д. Кіселичник; за ред. Л.А. Недоступа. – Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2013. - 196 с.
2. Бобало Ю. Я. Програмно-методичний комплекс для моделювання та оптимізації процесів забезпечення якості РЕА на стадії виготовлення / Бобало Ю.Я., Бондарев А.П., Кіселичник М.Д., Надобко О.В., Недоступ Л.А., Тараха П.В., Чирун Л.В., Шестакевич Т.В. // Вісник Нац. ун-ту «Львів. політехніка». – 2012. - № 738 : Радіоелектроніка та телекомунікації. – С. 206–212.

МОДЕЛЮВАННЯ ЗАКОНІВ РОЗПОДІЛУ ПОХИБОК ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ХАРАКТЕРИСТИЧНИХ ФУНКЦІЙ

На даний час статистичний аналіз та оптимізація технологічних процесів (ТП) серійного (і масового) виготовлення радіоелектронної апаратури є важливою науково-прикладною задачею, розв'язання якої дає можливість підвищити конкурентоздатність виробів. Такі технологічні процеси можна розглядати як складні перетворюючі системи з великою кількістю вхідних і вихідних змінних, які мають випадковий характер але з достатньо стабільними характеристиками [1]. Це означає, що для побудови математичних моделей таких технологічних процесів необхідно застосовувати імовірнісні методи.

Побудову моделей та їх аналіз значно ускладнює велика кількість технологічних операцій (ТО), з яких складені ТП та різноманітна фізична природа цих операцій. Сучасними напрямками аналізу імовірнісних моделей ТП є або спроби аналітичної апроксимації реальних розподілів похибок ТО, або урахування реальних розподілів із використанням громіздких числових методів.

У цій роботі показано застосування відомого апарату характеристичних функцій [2] до представлення складних розподілів та їх комбінацій. Застосування методу полягає у взаємно однозначному перетворенні розподілу $p(x)$ у характеристичну функцію $g(\lambda)$:

$$p(x) \leftrightarrow g(\lambda),$$

де x – нормоване відхилення від нормативного значення параметру.

Для комбінованих законів розподілу, характерних для технологічних процесів, які складаються з декількох технологічних операцій, справедливий вираз

$$p(x) \leftrightarrow g(\lambda) = g_1(\lambda) g_2(\lambda),$$

де $g_1(\lambda)$ і $g_2(\lambda)$ – характеристичні функції розподілів $p_1(x)$ та $p_2(x)$, які описують парціальні операції. Використання цього виразу значно зменшує громіздкість обчислень під час аналізу складних технологічних процесів.

Варто відзначити, що у літературі відсутні графіки характеристичних функцій.

¹ Д.т.н., професор НУ «Львівська політехніка»

² Старший викладач НУ «Львівська політехніка»

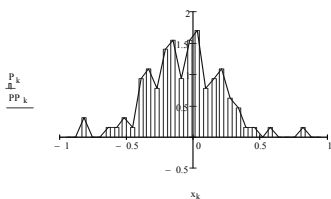


Рисунок 1. Заданий (стовпчики) та відновлений (крива) багатомодальний закон розподілу

Моделі базових операцій, які утворюють ТП описані у роботі [3]. Застосувавши метод характеристичних функцій до послідовності двох технологічних операцій, отримаємо результуючий комбінований розподіл, зображений на рис. 2 в.

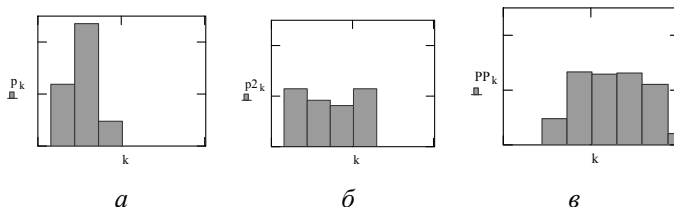


Рисунок 2. Парціальні (а, б) та результуючий(в) закони розподілу відхилень від нормативних параметрів технологічних операцій

Порівняння парціальних розподілів похибок ТО (рис 2 а, б) та результуючого розподілу показує, що відбувся як зсув середнього значення, так і «розмиття» розподілу похибки. Досягнення такого результату іншими аналітичними та числовими методами є проблематичним, а подекуди і недосяжним.

Таким чином, у роботі показана можливість адекватного представлення довільних розподілів та їх комбінацій за допомогою апарату характеристичних функцій. Результуючі комбінаційні розподіли дають можливість отримати будь які необхідні точкові та інтервальні оцінки відхилень від нормативних значень параметрів технологічного процесу.

Список літератури

- 1.Ивахненко А.Г., Юрачковский Ю.П. Моделирование сложных систем по экспериментальным данным. М.: Радио и связь, 1987. – 120 с.
2. Пугачев В.С. Теория случайных функций и ее применение к задачам автоматического управления. – М.: ГИФМЛ, 1960. – 884 с.
3. Мотика І.І., Нестор Н.І. Аналіз похибок технологічних операцій з використанням характеристичних функцій. Вісн. ДУ «Львівська політехніка». № 444. 2002. С. 57–60.

УТОЧНЕНИЕ ФОРМУЛЫ РАСХОДА РЕСУРСА ИЗОЛЯЦИИ ОБМОТОК МАСЛОНАПОЛНЕННОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Силовой трансформатор – один из важнейших элементов систем электроснабжения. Оценка текущего состояния и прогнозирование остаточного ресурса трансформаторного оборудования является актуальной задачей, особенно учитывая общую тенденцию к старению трансформаторного парка Украины. Наиболее подверженным старению узлом трансформатора является изоляция активной части обмоток.

Как известно, существует несколько методов определения расхода ресурса изоляции. Одним из расчетных методов является формула интеграла старения [1,2]:

$$L(t_0, t+T) = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t+T} \left(\frac{K(t)}{K_{БАЗ}} \right)^{2,05} \cdot \left(\frac{W(t)}{W_{БАЗ}} \right)^{1,493} \exp\left[\ln 2 \frac{\theta_h(t) - 98}{\Delta}\right] dt \quad (1)$$

где $L(t_0, t+T)$ – износ изоляции в интервале времени, который начинается в момент t_0 и имеет длительность T ; K , $K_{БАЗ}$ – текущий и базовый показатель кислотности масла, соответственно; W , $W_{БАЗ}$ – текущий и базовый показатель влагосодержания масла, соответственно; θ_h – температура наиболее нагретой точки изоляции; Δ – интервал температур θ_h , на котором происходит, при прочих равных условиях, удвоение износа изоляции, $\Delta = 6^\circ\text{C}$ или 7°C . в соответствии с международными и российскими стандартами [3].

Недостатком данной формулы является большой диапазон изменений полученных коэффициентов, что в свою очередь ведет к недостоверной оценке скорости старения, расходящейся с практическими результатами.

Целью настоящей работы является уточнение формулы расхода ресурса. Для достижения поставленной цели степенные выражения в формуле (1) учитывающие влияние кислотности масла и влагосодержания бумаги заменены на функции других видов: линейные, показательные и др. Входящие в формулу (1) коэффициенты имеют ограничения в области

¹ Аспирант кафедры «Электрические и электронные аппараты» ЗНТУ

определения. Предполагается при выходе значений из области определения использовать фиксированные значения. Например:

$$K_W = \begin{cases} \frac{W}{W_{БАЗ}} & \text{если } W < 4 \\ 57 & W > 4 \\ 1 & W < 0.3 \end{cases} \quad (2)$$

Условием их применения было прохождение графиков этих функций через контрольные точки взятые из справочной литературы [4]. В результате исследования установлено, что ряд функций дают в 2–4 раза меньший вклад в суммарную скорость износа при граничных значениях факторов кислотности и влагосодержания, что объясняет превышение фактического ресурса изоляции над данными полученными путем моделирования. Дальнейшие исследования будут направлены на экспериментальную проверку применимости уточненных формул износа

Перечень ссылок

1. Васин В.П., Долин А.П. К задаче оценки остаточного ресурса изоляции силовых маслонаполненных трансформаторов.// Новое в российской электроэнергетике. – 2008. – №3. – С. 42–55;
2. Васин В.П., Долин А.П. Ресурс изоляции силовых маслонаполненных трансформаторов.// ЭЛЕКТРО. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность – 2008. . – №3. – С. 12–17;
3. Силовые трансформаторы. Справочная книга/ под. ред. С.Д. Лизунова, А.К. Лоханина. М: Энергоиздат, 2004. – 616 с.;
4. Background information on high temperature insulation for liquid-immersed power transformers. WG report. IEEE PES Transformers Committee. Insulation life subcommittee. Working Group on high temperature insulator liquid immersed power transformers. IEE Transaction on Power Delivery. Vol. 9, №4, October 1994.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПОБУДОВИ ДЕРЕВА ВІДМОВ ДЛЯ ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ВІДМОВОСТІЙКИХ СИСТЕМ З ВІДНОВЛЕННЯМ

Постановка задачі

Спеціаліст, аналізуючи безпечність експлуатації складної технічної системи (СТС), здійснює побудову графічного зображення дерева відмов (ДВ) та його аналіз, згідно якого має знайти мінімальні січення [1–2]. На основі графічного зображення ДВ та мінімальних січень формуються рекомендації по розробці заходів для підвищення безпечності експлуатації СТС. Однак задача побудови дерева відмов СТС має велику працездатність і існує ймовірність внесення помилок при розробці ДВ.

Отже, актуальною є задача розробки методики побудови ДВ з рівнем формалізації, який дозволить автоматизувати цей процес. Актуальність такої задачі зростає, коли аналіз безпечності експлуатації здійснюється на етапі системотехнічного проектування СТС і є необхідність розглянути і порівняти різні варіанти забезпечення її надійності та безпечності. Кожний варіант потребує побудови ДВ і тоді затрати часу зростають до неприйнятних значень.

Методика побудови дерева відмов

Для побудови математичних моделей СТС використовують їх представлення у вигляді дискретно-неперервних стохастичних систем. В монографії [3] представлено технологію моделювання дискретно-неперервних стохастичних систем, яка має високий рівень формалізації, що дозволило автоматизувати процес побудови математичних моделей поведінки СТС. Ця технологія забезпечує безпомилкову побудову моделей поведінки СТС у вигляді графа станів і переходів.

В статті [4] запропоновано метод визначення мінімальних січень, без побудови графічного зображення дерева відмов СТС, на основі графа станів та переходів. Суть методу полягає у наступному: в графі станів та переходів представлено всі непрацездатні стани; після ряду процедур аналізу непрацездатних станів отримуються мінімальні січення.

¹ д.т.н., професор, Національний університет «Львівська політехніка»

² к.т.н., доцент, Національний університет «Львівська політехніка»

³ аспірант, Національний університет «Львівська політехніка»

⁴ аспірант, Національний університет «Львівська політехніка»

В існуючій практиці, при оцінці безпечності експлуатації СТС, проводиться аналіз графічного зображення побудованого ДВ, на основі якого отримують мінімальні січення. При використанні запропонованого підходу отримання мінімальних січень без побудови ДВ, все-таки потрібно надати в розпорядження спеціаліста графічне зображення дерева відмов. Тому, було запропоновано метод побудови ДВ на основі визначених мінімальних січень, яке представлено у вигляді логічної функції з ступенем формалізації, що дозволяє автоматизувати процес отримання його графічного зображення. Для практичного використання методу розроблено відповідне алгоритмічне і програмне забезпечення.

Тепер спеціаліст вже не будує ДВ, а лише проводить перевірку отриманого дерева, опираючись на розуміння поведінки СТС, бачення причин виникнення відмов і т.п., та визначає мінімальні січення. Достовірність, визначених спеціалістом, мінімальних січень визначається шляхом порівняння отриманих ним мінімальних січень з мінімальними січеннями, визначеними нашим методом.

Висновки

Запропоноване згідно методики програмне забезпечення автоматизованої побудови дерева відмов складної технічної системи зменшує працездатність аналізу надійності та безпечності експлуатації. Особливо відчутним це зменшення є тоді, коли необхідно розглянути різні варіанти забезпечення її надійності та безпечності. Це обумовлено тим, що кожен варіант реалізації складної технічної системи потребує побудови свого дерева відмов.

Створена можливість порівняння мінімальних січень, отриманих різними підходами, забезпечує високу достовірність рекомендацій щодо підвищення надійності та безпечності експлуатації складної технічної системи.

Список літератури

1. Vesely W. E. Fault Tree Handbook / W. E. Vesely, F.F. Goldberg, N.H. Roberts, D.F. Haasl // Nuclear Regulatory Commission. NUREG-0492. – 1981. – 209 p.
2. Henley E. J. Reliability engineering and risk assessment / E. J. Henley, H. Kumamoto // Englewood Cliffs, NJ: Prentice- Hall, 1981. – 568 p.
3. Волочій Б.Ю. Технологія моделювання алгоритмів поведінки інформаційних систем. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2004. – 220 с.
4. Волочій Б.Ю. Методика розрахунку мінімальних січень для відмовостійких систем на основі структурно-автоматної моделі / Б.Ю. Волочій, Л.Д. Озірковський, А.В. Машак, О.П. Шкілюк, І.В. Кулик // – Вісник НТУУ «КПІ». Серія Радіотехніка. Радіоапаратобудування. – 2013, – №52. – с. 38–45.

ВЫБОР МЕТОДА МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ В КОНСТРУКЦИЯХ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Конструкция печатных узлов (ПУ) радиоэлектронной аппаратуры представляет собой сложную динамическую (с точки зрения вибрационных воздействий) систему, конструктивной особенностью которой является то, что ПУ является разномассовой и разножесткостной пластиной, имеющей множество способов закреплений, описать которые классическими методами невозможно. Эта особенность сильно влияет на динамические характеристики конструкции ПУ, и, следовательно, требует разработки метода математического анализа, позволяющего их учесть.

При проведении расчета динамических характеристик конструкций ПУ возникает необходимость в решении двух основных задач динамики: задачи о собственных колебаниях, в результате решения которой находятся собственные частоты и собственные формы колебаний конструкции ПУ, и задачи о вынужденных колебаниях, в результате решения которой определяются амплитуды вынужденных колебаний конструкции ПУ, виброперегрузки на электрорадиоэлементах (ЭРЭ), механические напряжения в любой точке, функция распределения колебаний поверхности конструкции при заданных параметрах внешнего воздействия и, в конечном итоге, запасы прочности конструктивных элементов.

Применение аналитических методов для решения задачи динамики конструкции ПУ сопряжено с рядом существенных трудностей, т.к., они представляют сложную механическую систему с множеством локальных жесткостей и масс, и неподдающимся классическому описанию способами крепления ЭРЭ. Для таких механических систем сложно, а зачастую и невозможно, построить расчетную аналитическую модель, отражающую физические и динамические свойства.

Методы, основанные на интегральных моделях, объединяющие аналитические методы на соответствующих уравнениях динамической теории упругости в практических расчетах не используются и представляют в основном научный интерес.

Энергетические методы Рэлея-Ритца и метод Бубнова-Галеркина позволяют решить задачу определения собственных частот пластины.

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

Точность этих методов зависит от точности задания формы колебаний.

Они применимы для определения лишь первой резонансной частоты, что не удовлетворяет поставленным целям.

Существующие приближенные и табличные методы решения дают решения для некоторых частных случаев распределения локальных жесткостей.

При использовании метода конечных разностей составляются уравнения равновесия по трем осям декартовой системы координат элемента среды, находящегося под действием сил упругости, вязкости и инерции. В этих уравнениях производные по времени представляются в их конечно-разностном виде. В частотной области легко получить систему конечно-разностных уравнений в перемещениях узлов, перейдя в область комплексных чисел путем замены дифференцирования по времени умножением на $j\omega$ и дальнейшим решением системы уравнений с комплексными коэффициентами. Метод МКР применяется в основном для расчета однородных пластин.

В последнее время все больше появляется в литературе исследование по методу граничных элементов (МГЭ). Основная привлекательность метода состоит в снижении размерности рассматриваемой задачи. Однако матрица для такой системы алгебраических уравнений является полностью заполненной. Таким образом, указанные методы не позволяют адекватно описать физико-физические процессы ПУ.

Решить эту проблему позволяет метода конечных элементов (МКЭ) [1]. Идея МКЭ состоит в том, что сложная конструкция аппроксимируется дискретной системой, состоящей из элементов выбранной формы, при соединении которых должны соблюдаться условия совместности деформаций и усилий. МКЭ является матричным методом исследования конструкций. Специфика заключается в задании аппроксимирующей формы перемещений конечного элемента и получения ленточной матрицы всей конструкции.

Список литературы

1. Хог Э. Прикладное оптимальное проектирование. Механические системы и конструкции / Э. Хог, Я.Анора. – М.: 1983. – 478 с.

МЕТОД ЗНАХОДЖЕННЯ ВНУТРІШНЬО СТІЙКОЇ МНОЖИНИ ГРАФА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ MICROSOFT EXCEL

Задача пошуку максимальної внутрішньо стійкої множини (ВСМ) графа використовується при реалізації алгоритмів розміщення в процесі проектування радіоелектронної апаратури. Відомі нині алгоритми [1,2] потребують використання універсальних або спеціальних мов програмування та значних витрат часу за великої розмірності задачі (понад 150 вершин графа).

Метою даної роботи є розроблення універсального способу розв'язання задачі на пошук максимальної ВСМ графа за допомогою надбудови MS Excel Solver на основі знаходження відповідної до можливостей Solver моделі оптимізаційної задачі. Неорієнтований граф $G(S,V)$ задається номерами його вершин S та модифікованою таблицею їх суміжності, яка містить пари лише несуміжних вершин V' , що відповідає моделі обмеження несуміжності вершин ВСМ. Робочий лист MS Excel (рис.1), який відбиває модель задачі, містить діапазон змінних, яким відповідають шукані номери вершин ВСМ (верхня таблиця) та пари несуміжних вершин (нижня таблиця).

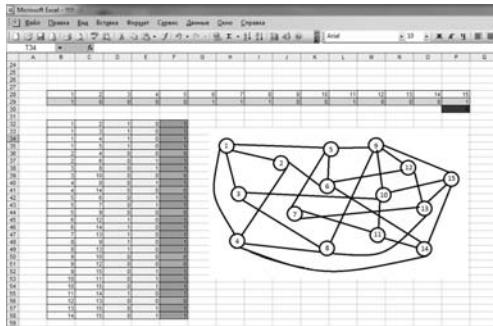


Рисунок 1. Модель задачі пошуку нещільності графа у MS Excel.

У перший рядок верхньої таблиці записуються номери вершин графа (у прикладі від 1 до 15). Діапазон комірок під номерами вершин

¹ к. т н , доцент кафедри електронних засобів інформаційно-комп'ютерних технологій НУ «Львівська політехніка»

² студентка четвертого курсу кафедри електронних засобів інформаційно-комп'ютерних технологій. НУ «Львівська політехніка»

містить ідентифікатори приналежності вершин до ВСМ, які мають приймати значення 1 для вершин, що входять у ВСМ, та 0 для всіх інших. Знаходження значень ідентифікаторів, які відповідають максимальному значенню нещільності графа, тобто максимальній потужності ВСМ, становить мету задачі. Обмеження несуміжності вершин внутрішньо стійкої множини задається умовою на прийняття сумою ідентифікаторів цих вершин значення не більше 1.

На рис.1 це обмеження відбито у комірках нижньої таблиці. У перших двох стовпцях цієї таблиці перелічуються номери суміжних вершини, що утворюють нефіктивні ребра V . У двох наступних стовпцях дається посилання на ідентифікатори цих вершин. Комірки п'ятого стовпця містять значення суми двох попередніх комірок, на яке і накладається обмеження неперевищення 1, що означає, що у ВСМ одночасно може увійти лише одна з пари суміжних вершин.

Для обрахунків необхідно задіяти надбудову «Пошук розв'язку». З наступними граничними умовами: комірки, що визначають ідентифікатори вершин (у прикладі B29:P29) повинні приймати значення нуля або одиниці; значення комірок останнього стовпця нижньої таблиці повинні бути меншим або рівним 1. За необхідності, у внутрішньо стійку множину може бути примусово включена певна вершина. Для цього необхідно дати посилання на ідентифікатор вершини та прирівняти його до одиниці.

Цільова комірка програми (у прикладі P30) встановлюється як сума ідентифікаторів вершини верхньої таблиці, яка підлягає максимізації. У кінцевому результаті саме там буде відобразитись кількість вершин максимальної ВСМ, тобто, значення нещільності графа.

Змінними комірками встановлюються комірки ідентифікаторів вершин. Після розв'язання задачі вони приймуть значення нуль або одиниця. Завдяки накладеним обмеженням, у внутрішньо стійку множину ввійдуть лише несуміжні комірки, ідентифікатори яких приймуть значення 1, причому, сума значень їх ідентифікаторів буде максимально можливою для даного графа.

Даний метод дозволяє швидко та без використання спеціального програмного забезпечення вирішити задачу пошуку нещільності графа довільної розмірності. Обмежень на кількість вершин MS Excel та його розширення Solver не має. Однак, даний підхід дозволяє знайти лише одну ВСМ графа за одну процедуру рішення. Для знаходження інших внутрішньо стійких множин достатньо задіяти граничну умову про необхідність включення кожної з S вершин графа у ВСМ.

Список літератури

1. Пономарев В.Ф. Дискретная математика для инженеров. - М.: Горячая линия - Телеком, 2009.
2. Горбатов В.А. Дискретная математика :Учеб. для вузов./ Горбатов В.А., Горбатов А.В., Горбатова М.В. - М.: АСТ; Астрель, 2006.

РЕЗУЛЬТАТЫ УЧАСТИЯ В ЛЕТНЕЙ ШКОЛЕ

С 29 июля по 10 августа 2014 года была проведена международная летняя школа «Summer school MOD 2014 on Dependable Software System Engineering», организованная Мюнхенским техническим университетом в городе Марктобердорф, Германия.

Летняя школа была посвящена процессу создания надежного программного обеспечения. Вниманию слушателей был предложен ряд курсов, лекции по которым читали профессора из университетов США, Германии, Великобритании, Бельгии, Швейцарии, Израиля.

В лекциях на тему «Syntax-Guided Synthesis» (prof., Dr. Rajeev Alur) поднималась проблема формализации принципов оптимизации разрабатываемого программного обеспечения. Эта же тематика, но применительно к другим аспектам, была отражена в курсе «Automatic Alias Analysis and Frame Inference» (prof., Dr. Bertrand Meyer).

Курс «Domain-Specific Languages for System Programming» (Dr. Thomas Ball) был посвящен вопросу проверки работоспособности программного кода на языке Python с целью выявления ошибок.

Тема формулирования строгой математической модели системы при описании сервис-ориентированной архитектуры раскрывалась в лекциях «Towards a Calculus of System Architecture: Moving? Sharing, and Merging Scope» (prof., Dr. Manfred Broy).

Курс занятий на тему «System Behaviors and Problem Frames» (prof., Dr. Michael Jackson) также был направлен на раскрытие основных проблем, возникающих при выполнении формализации описания задачи. На лекциях по «Dependable Human-Intensive Systems» (prof., Dr. Alex van Lamsweerde) были описаны принципы алгоритмизации процесса принятия решений на примере организации осмотра пациентов в медицинских учреждениях.

При ознакомлении с предметом «Development of Safety and Dependability Cases» (prof., Dr. John McDermid) были раскрыты важность и основные проблемы создания надежного программного продукта, способного обеспечить безопасность системы.

На лекциях «Evolving Software Ecosystems» (prof., Dr. Tom Mens) с целью самоадаптации и усовершенствования разработанного программного обеспечения рассмотрено использование экосистем

¹ Аспирант ЗНТУ

окружающего мира в качестве прототипа, где модернизация обеспечивается непосредственно пользователями программ.

Курс «Automatic Verification and Synthesis of Systems» (prof., Dr. Doron Peled) осветил принципы создания систем и контроля их работоспособности.

А лекции по «Fault-based Testing» (prof., Dr. Alexander Pretschner) дали представление о подходах при генерации тестов для проверки работоспособности программного обеспечения.

Курс «Mechanized Theory Engineering in Isabelle» (prof., Dr. Jim Woodcock) предоставил краткое введение в основы принципов использования Isabelle в работе в качестве инструмента доказательства теории.

Целью лектора по курсу «Compositional Models of Network Architecture» (Dr. Pamela Zave) было показать, как формальные методы могут помочь в понимании темы сетей.

В результате участия в международной летней школе были получены базовые понятия о принципах создания надежного программного обеспечения, начиная от разработки и формализации задач, поставленных перед программистом, заканчивая проверкой работоспособности и живучести разработанной программы. Этот опыт живого общения с учеными всего мира является важным для более глубокого понимания базовых принципов научных исследований.

РАДІОЕЛЕКТРОННИЙ БЛОК З ДВОБІЧНИМ РОЗТАШУВАННЯМ ЕЛЕКТРОННИХ МОДУЛІВ

Запропоновано нову конструкцію кросплати радіоелектронного блоку для сучасної електронної апаратури, що дозволяє покращити його компоновальні можливості, електромагнітні характеристики.

Пропонуємий винахід відноситься до галузі радіоелектроніки, а саме до конструювання радіоелектронної апаратури, і призначений для розміщення і електричного з'єднання електронних модулів в радіоелектронний блок на основі друкованих плат з використанням кросплат.

Близькими по конструктивним і функціональним ознакам до винаходу можна віднести радіоелектронні блоки, який виконані із бокових стінок, з'єднаних поперечними рейками, направляючих, закріплених на рейках, електронних модулів з електричними з'єднувачами, встановлених в блок по направляючим, та кросплати з електричними з'єднувачами з боку встановлення електронних модулів, призначеної для їх електричного з'єднання [1]. Недолік такої конструкції – встановлення на кросплаті електричних з'єднувачів з одного боку, що призводить до неефективного використання площі кросплати, не дозволяє при необхідності збільшувати кількість електронних модулів без збільшення розмірів кросплати, а відповідно і блоку або без використання додаткового блоку і, як наслідок, обмежує його функціональні можливості.

Найбільш близьким по суттєвих ознаках до радіоелектронного блоку, що заявляється, є блочний каркас, який складається з бокових стінок, з'єднаних поперечними рейками; направляючих, закріплених на рейках; кросплати з електричними з'єднувачами з двох боків; електронних модулів, що уведені в каркас, на основі друкованих плат з електричними з'єднувачами для з'єднання з відповідними з'єднувачами кросплати; з'єднувачі на задньому боці кросплати утворені окремими корпусами та контактними виводами, які є продовженням контактних виводів фронтальних з'єднувачів для утворення спарених електричних з'єднувачів [2]. Недоліком конструкції блочного каркасу є жорстка

¹ к. т. н., доцент кафедри ЕЗІКТ ОНПУ

² аспірант кафедри ЕЗІКТ ОНПУ

³ студент кафедри ЕЗІКТ ОНПУ

прив'язка електричних з'єднувачів з обох боків кросплати між собою, що призводить до неефективного використання площі кросплати у випадку відсутності або недостатньої кількості пар електронних модулів, функціонально зв'язаних поміж собою однаковими контактами для зовнішнього підключення, і відповідно до збільшення довжини зв'язків між електронними модулями і значення паразитної ємності та індуктивності з'єднувальних доріжок на кросплаті. Можливе встановлення електронних модулів з заднього боку кросплати тільки навпроти фронтальних електронних модулів обмежує компоновальні можливості блочного каркасу по встановленню електронних модулів різного розміру в напрямку, перпендикулярному до їх площини, тим самим обмежуються його функціональні можливості.

Задача винаходу – створення радіоелектронного блоку, в якому шляхом збільшення кількості електричних з'єднувачів для електронних модулів на одиницю площі кросплати при їх двобічному незалежному розташуванні з використанням поверхневого монтажу забезпечено підвищення щільності компоновки блоку, більш ефективне використання площі кросплати.

Поставлена задача вирішується тим, що в радіоелектронному блоці згідно з винаходом на кросплаті застосовані електричні з'єднувачі для поверхневого монтажу без обмеження їх взаємного розташування на обох боках кросплати.

Застосування електричних з'єднувачів для поверхневого монтажу дозволило забезпечити більш ефективне використання площі кросплати, виключити жорстку прив'язку електричних з'єднувачів з обох боків кросплати між собою, зменшити довжину зв'язків між електронними модулями, розташованими з обох боків і, таким чином, зменшити значення паразитної ємності і індуктивності з'єднувальних доріжок на кросплаті, встановлювати електронні модулі різних розмірів в напрямку, перпендикулярному до їх площини.

Список літератури

1. Каталог продукції компанії Schroff: корпуси серії Ratiopac PRO www.schroff.ru/internet/html_ru/.
2. Блочний каркас Verotec KM6-RF subrack <http://www.directindustry.com/prod/verotec/19-sub-rack-chassis-15506-707159.html>.

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ГИБКИХ КОММУТАЦИОННЫХ ШЛЕЙФОВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РЭС

Гибкие коммутационные платы получили широкое распространение благодаря возможности снижения габаритно-массовых характеристик, стоимости и повышению надежности устройств, содержащих такие структуры. Применение гибких коммутационных шлейфов (ГКШ) позволяет решать многие существенные задачи обеспечения высокой плотности межсоединений в радиоэлектронных модулях, имеющих сложную конструкцию и призванных выполнять ответственные функции.

Вместе с тем такие модули часто предназначены для эксплуатации в жестких условиях при повышенных температурах, вибрациях, влажности и т. д. [1]. Особенно актуальным применение подобных шлейфов является для портативных радиотехнических устройств, бортовой аппаратуры, систем наземной и спутниковой связи.

Потому необходимы новые подходы к проектированию подобных модулей, которые бы основывались на высокоточных комплексных моделях, учитывающих все подобные факторы. Так, для анализа параметров РЭС предлагается использовать «системологическую модель» разработанную на основе аппарата системологии и пригодную для интеграции в автоматизированные системы проектирования [2].

Объекты в системологии описываются множеством данных. Основные переменные при построении системологической модели отказов РЭС могут быть разделены на входные и выходные. При таком разделении состояния входных переменных рассматриваются как условия, влияющие на выходные переменные. При этом параметром может служить, например, время.

Выбор контролируемых параметров модуля РЭС производится исходя из особенностей проектирования и технологии изготовления, а также условий его эксплуатации [3].

Так, параметры РЭС на основе гибких шлейфов, которые могут быть использованы для построения системологической модели, приведены на рис. 1.

¹ к.т.н., ст. преподаватель каф. ТАПР ХНУРЭ

² аспирантка каф. ОРТ ХНУРЭ

³ студентка ХАИ



Рисунок 1. Параметры РЭС для построения системологической модели

На выходные параметры конструкции РЭС на гибком печатном основании могут влиять такие параметры (или, согласно системологической терминологии, входные переменные):

- механические: жесткость, частота собственных колебаний, динамическая гибкость платы, износ;
- электрические: паразитные параметры системы проводников, электромагнитная совместимость и т. п.
- технологические: материалы печатного основания (чаще всего – полиимид) и проводящих слоев (алюминий, медь), количество слоев платы, ширина проводников и зазор между ними, тип межслойного соединения (УЗ-сварка, склейка).

В конечном итоге названные переменные, характеризующие надежность модуля, могут быть использованы в качестве переменных для табличного отображения динамики изменения параметров модулей РЭС. Такое отображение данных об исследуемом объекте позволит прогнозировать отказы РЭС, своевременно выявляя критические значения переменных. Например, такой подход к анализу параметров модулей РЭС на основе ГКШ, учитывая условия их эксплуатации, актуален при испытаниях на вибропрочность.

Перечень ссылок

1. Пирогова, Е. В. Проектирование и технологии печатных плат. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005. – 560 с.
2. Клир, Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач. – М.: Радио и связь, 1990. – 544 с.
3. Технологии в производстве электроники. Часть III. Гибкие печатные платы / Под общ. ред. А. М. Медведева и Г. В. Мылова. – М.: Группа ИДТ, 2008. – 488 с.

ПАРАМЕТР ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ

В связи с тем, что основным и единственным источником энергии газотурбинного двигателя (ГТД) является узел камеры сгорания, энергетическая и ресурсная эффективность двигателя определяется качеством процесса горения топлив и параметрами турбулентности рабочего тела в объеме жаровой трубы. Различают режимы ламинарного, турбулентного и детонационного горения топлив.

Первый вклад в изучение интенсивности турбулентных пламён был сделан Дамкёлером [1]. Он предположил, что турбулентное пламя имеет ту же структуру, что и ламинарное и связал наблюдаемое увеличение скорости горения с вызываемым турбулентностью искривлением фронта пламени, что увеличивает площадь поверхности горения по сравнению с гладким ламинарным фронтом и, следовательно, способность «перерабатывать» свежую смесь. Автор предложил характеризовать скорость распространения турбулентного пламени при крупномасштабной турбулентности следующим выражением:

$$S_T = S_L + u', [\text{м/с}] \quad (1)$$

где S_T – скорость распространения турбулентного потока, S_L – распространения ламинарного потока, u' – среднеквадратическое значение пульсаций скорости. Параметр турбулентности (1) имеет размерность скорости и не позволяет пояснить масштаб, т.е. часть энергии турбулентности в суммарной энергии потока рабочего тела, в связи с этим он не нашел применения в процессах технологической доводки двигателей.

В подходе, развитом Щёлкиным [2], выражение для параметра скорости U_T турбулентного горения определяется выражением:

¹ д-р тех. наук, зам. нач. Управления информационных технологий ГП «Ивченко-Прогресс»

² ведущий конструктор отдела камер сгорания, руководитель группы жаровых труб ГП «Ивченко-Прогресс»

³ зам. технического директора по новым изделиям АО «Мотор Сич»

$$U_T = U_N \cdot \sqrt{1 + \frac{u' \cdot l}{\chi}}, [\text{м/с}] \quad (2)$$

где u' – средняя скорость турбулентных пульсаций [м/с], l – масштаб турбулентности [м], χ – теплопроводность [м²/с]. Анализ показывает, что данный подход имеет недостатки, свойственные предыдущему, однако учитывает линейный масштаб турбулентности l , который должен соответствовать размеру жаровой трубы и коэффициент теплопроводности χ , который, по мнению авторов, отражает скорость перемещения энергии.

Наибольшее применение в научных и технических исследованиях нашел безразмерный параметр Кармана [3]. Он определяется отношением среднего квадратичного пульсационных составляющих компонент скорости потока рабочего тела $u'(t)$ к осреднённой на определённом интервале времени T скорости его течения $\bar{U}(t)$:

$$K_a(t) = \frac{u'(t)}{\bar{U}(t)}, T \in [t], \quad (3)$$

Анализ коэффициента (3) показывает его информативность в части масштаба скоростей, однако он не отражает параметр линейного масштаба энергии турбулентности l и не несёт информации о признаках вибрационного горения.

Проведя анализ традиционных одномерных параметров турбулентности пламён можно сделать вывод, что все они не учитывают два очень важных, по нашему мнению, параметра: энергетическую эффективность турбулентности и чувствительность к границе возникновения вибрационного горения. Нами предложена и апробирована математическая модель j -ого параметра коэффициента турбулентности $K_{t\omega_j}$, который определяется выражением:

$$K_{t\omega_j} = \left\{ \begin{array}{l} 10 \lg \left[\frac{1}{k-1} \sum_{i=1}^k \omega_i^2 S_i(\omega_i, t) \right], [dB] \\ S_i(\omega_i, t) \geq aM[S(\omega, t)] \end{array} \right\} \quad (4)$$

$$S(\omega, t) = \int_0^T R_{xx}[u'(t)] \cdot e^{-i\omega t} dt, \omega \in [\Delta\Omega], T \in [t]$$

где: $M[S(\omega, t)]$ – математическое ожидание спектральной плотности мощности $S(\omega, t)$ сигнала $u'(t)$ в полосе частот $\Delta\Omega$; $R_{xx}[u'(t)]$ – автокорреляционная функция сигнала $u'(t)$; $a = 0,1$ – эмпирический коэффициент чувствительности модели; T – интервал времени анализа; j – количество значений рассчитываемой функции. Предложенный параметр (4) чувствителен к мощности (энергии) сигнала пульсаций турбулентной скорости $u'(t)$ на интервале времени T и параметрам вибрационного горения в полосе частот $\Delta\Omega$. Параметр является аналогом понятия объема канала, который традиционно применяется в теории информации.

Анализ результатов проведённых теоретических и экспериментальных исследований позволяет сделать вывод, что для «тонкой» доводки узла камеры сгорания газотурбинных двигателей необходимо более полное определение количества выделенной энергии при однозначной взаимосвязи с частотным диапазоном и временем работы двигателя. Исследованные параметры объема сигнала турбулентного горения и информационного расстояния в симметричных точках кольцевой камеры сгорания определяют это взаимодействие.

Перечень ссылок

1. Лефевр А. Процессы в камерах ГТД. [Текст] / Пер с англ. М.: Мир, 1986. –566 с.
2. Щелкин К.И. - Быстрое горение и спиновая детонация газов. [Текст] / Под. ред. Н.Н. Семенова. – М.: Военное издательство министерства вооруженных сил Союза ССР. 1949. – 196 с.
3. Carl W. Hall Laws and Models: Science, Engineering and Technology. [Электронный ресурс <http://books.google.ru/books?id=EEhpsf6L09gC&lpq=PA241&dq=karman%20number&pg=PA241#v=onepage&q=karman%20number&f=false>] /CRC Press, Boca Raton, 2000, 524 p.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОПТИМИЗАЦИИ КОНСТРУКЦИЙ РАДИАТОРОВ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Для устранения локального перегрева компонентов радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) часто используются радиаторы – наиболее простые и в то же время эффективные теплоотводы. В настоящее время существует множество систем автоматизированного проектирования, которые позволяют создавать трехмерные модели конструкций радиоэлектронных аппаратов и проводить анализ их тепловых режимов. Такой подход позволяет методом перебора выбрать и параметры конструкции радиаторов, которые бы устранили локальный перегрев элементов. Однако в этом случае выбор параметров радиатора выполняется проектировщиком вручную, а уже затем, в интерактивном режиме происходит построение модели радиатора, а также оптимизация параметров путем ручных расчетов и подбора, что занимает большое количество времени и требует немалых трудозатрат. Исходя из этого, разработка автоматизированной системы оптимизации конструкций радиаторов является актуальной, поскольку разработанная система за счет комплексной автоматизации данного процесса позволит значительно ускорить работу по оптимизации конструкции радиатора, тем самым повысив эффективность труда проектировщика.

Исследования [1] показали, что возможно значительное уменьшение массогабаритных показателей радиаторов при обеспечении оптимального теплового режима. В данной работе была выбрана стратегия минимальной массы, использование которой становится наиболее актуальной при проектировании бортовой аппаратуры. Обобщенный алгоритм, реализующий данную стратегию, приведен в [1]. В этом случае процедура проектирования реализована в виде итерационного алгоритма, который учитывает нелинейные свойства тепловых сопротивлений радиатора.

Разработанное с использованием предложенного алгоритма программное обеспечение позволяет автоматизировать процесс

¹ Junior C# Developer, Redwerk

² К.т.н., доц. кафедры программных средств ЗНТУ

³ К.т.н., доц. кафедры информационных технологий электронных средств ЗНТУ

⁴ Ассистент кафедры информационных технологий электронных средств ЗНТУ

построения геометрической модели ребристого радиатора и оптимизации параметров его конструкции по критерию минимизации массы. Исходными данными для работы программы являются тепловая мощность элементов, максимальная температура корпуса элемента и температура окружающей среды. В результате работы программы создается трехмерная геометрическая модель конструкции радиатора с оптимальными параметрами.

Основными компонентами системы являются: диалоговая система, модуль формирования данных для оптимизации, модуль формирования геометрической 3D модели радиатора, модуль оптимизации конструкции радиатора, модуль работы с базой данных, модуль для работы с файлами параметров радиаторов. Программная реализация системы выполнена на языке C# с использованием API SolidWorks. Разработанная автоматизированная система является совместимой с версиями SolidWorks, начиная с версии 2013, а также может использовать как 64-разрядную, так и 32-разрядную версию Microsoft Windows. Для выбора начальных размеров конструкции, согласно с введенными пользователем данными, используется внешняя база данных, разработанная с помощью Microsoft SQL Server 2012 Standard Edition, которая содержит размеры стандартных радиаторов.

Программа на каждом этапе работы создает новую трехмерную геометрическую модель конструкции радиатора, а результаты расчетов параметров конструкции сохраняет в текстовом файле. На каждой итерации в этот файл добавляются данные о новых параметрах конструкции, массе, объеме, а также полученных пользователем в модуле SolidWorks Flow Simulation максимальных температурах конструкции радиатора при номинальных значениях параметров и их отклонениях. Используя API SolidWorks, можно легко расширять функциональные возможности автоматизированной системы, добавляя новые виды конструкций радиаторов или новые критерии оптимизации исходя из технического задания на проектирования радиоэлектронной аппаратуры.

Список литературы

1. Шило Г.Н. Проектирование радиаторов с оптимальными массогабаритными параметрами [Текст] / Г.Н. Шило, Н.П. Гапоненко, Е.В. Огренич // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. – 2011. №1-2. – С. 30–33.

ДО ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ ІЗ ЖОРСТКИМИ МОДЕЛЯМИ

Жорсткість математичної моделі є параметром, який суттєво впливає на вибір методу інтегрування рівнянь моделі. Жорсткими можуть бути моделі динамічних систем, у яких одночасно присутні швидкі та повільні процеси. Саме такі системи найчастіше зустрічаються в природі. Класичними прикладами жорстких задач є задачі хімічної кінетики, автоматичного керування, моделювання радіоелектронних схем. Визначення жорсткості математичної моделі може посприяти оптимальному вибору методу її інтегрування. Проте, це є непростою задачею, оскільки часто класичні алгоритми із добре вивченими властивостями можуть давати хибні результати [1].

Жорсткість математичної моделі можна обчислити шляхом знаходження спектру її матриці Якобі. Існує багато методів як оцінки, так і точного знаходження власних чисел цієї матриці. Нами було обрано степеневий метод [2] через його відносну простоту і велику швидкодію, а також визначення максимального власного числа через норму [3] матриці Якобі математичної моделі. Для декількох методів інтегрування на тестових задачах отримано графіки зміни жорсткості та зроблено висновок про ефективність застосованих методів оцінки жорсткості.

Знання жорсткості математичної моделі в процесі моделювання на певній ділянці відкриває шлях до автоматичної зміни методу інтегрування. Так, на ділянках, де розв'язок швидко змінюється, можна застосовувати явні методи, а на тих, де повільно \square неявні методи інтегрування [3].

З іншого боку, для ефективного інтегрування рівнянь математичної моделі необхідно обирати крок інтегрування таким, щоб не виходити за межі стійкості чисельного методу і одночасно зберігати крок якнайбільшим. Для цього існують різні методи автоматичного вибору

¹ магістр комп'ютерних наук, аспірант, ЛНУ ім. І. Франка, факультет електроніки, кафедра радіофізики та комп'ютерних технологій, м. Львів, вул. ген. Тарнавського, 107, 79017

² кандидат технічних наук, доцент, ЛНУ ім. І. Франка, факультет електроніки, кафедра радіофізики та комп'ютерних технологій, м. Львів, вул. ген. Тарнавського, 107, 79017

кроку інтегрування, які, здебільшого, використовують оцінку локальної похибки усікання.

У доповіді розглянуто алгоритми оцінювання локальних похибок усікання для найпоширеніших методів інтегрування рівнянь математичних моделей. Запропоновано спосіб чисельної реалізації такого оцінювання для неявного методу трапецій. Проаналізовано точність розглянутих алгоритмів оцінювання локальних похибок та зроблено висновки про їхню ефективність.

Не менш важливим для підвищення ефективності інтегрування є вибір початкового кроку інтегрування. Некоректний вибір цього кроку може стати причиною значного зростання кількості наступних кроків.

Якщо початковий крок є завеликим, то в результаті інтегрування можуть бути втрачені важливі ділянки перехідного процесу. Якщо вибрати його замалим, то є загроза суттєвого зменшення ефективності алгоритму, особливо якщо перехідні процеси є швидкозмінні [4].

Список літератури

1. Higham D. Stiffness of ODEs / D. Higham, L. Trefethen // *Bit Numerical Mathematics*. □ 1993. □ Vol. 33. □ pp. 285–303.
2. Уилкинсон Дж. Х., Алгебраическая проблема собственных значений / Дж. Х. Уилкинсон. □ Москва: Наука, 1970. □ 564 с.
3. Новиков Е. А. Компьютерное моделирование жестких гибридных систем / Е. А. Новиков, Ю. В. Шорников. □ Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2012. □ 451 с.
4. Watts H. A. Starting step size for an ODE solver / H. A. Watts // *Journal of Computational and Applied Mathematics* 9. □ 1983. □ pp. 177–191.

ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И ТРАССИРОВКА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ДЛЯ VGA КОРПУСОВ

Введение

Одним из наиболее перспективных направлений корпусирования поверхностно-монтируемых интегральных микросхем, с учетом тенденции усложнения конструкций электронных компонентов, уменьшения размеров и увеличения количества выводов, можно считать технологию VGA [1]. Для большинства САПР трассировка проводников в области высокой плотности размещения контактов является сложной задачей. Несмотря на большое изобилие САПР из-за отсутствия универсальной модели процесс трассировки внутреннего пространства VGA – компонентов обычно осуществляется либо вручную, либо по шаблону.

В данной работе представлена математическая модель трассировки на основе теории графов и ее программная реализация.

Математическая модель трассировки матричных структур и ее программная реализация

Математическая модель проведения соединений представляет собой совокупность симметрично расположенных линий, называемых уровнями и обозначаемых латинскими буквами a, b, c, d, e, f, \dots , количество которых определяется количеством рядов матрично-расположенных контактов.

Такое расположение контактов определяет симметрию относительно центра и осей координат. Данное обстоятельство позволяет рассматривать проведение соединений только в одной четверти математической модели корпуса, симметрично отображая рисунок в остальных четвертях.

Математический метод проведения соединений заключается в формировании кортежа расположения соединений M_s .

Кортеж соединений определяет и количество проведенных соединений в макродискретах и их взаимное расположение.

Данная математическая модель позволяет хранить, описывать и видоизменять информацию проведения соединений для устройств с матричным расположением контактов. Более подробно эта математическая модель описана в [2].

¹ к.ф.-м.н., доцент ЗНУ

² аспирант ЗНУ

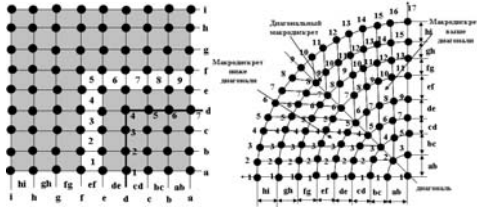


Рисунок 1. Математическая модель для проведения соединений

Программный продукт предназначен для визуализации работы математической модели трассировки для BGA-компонентов с большим количеством (200 и более) и высокой плотностью расположения шариковых выводов. Для начала работы программы нужно ввести необходимые данные, количество контактов схемы и выбрать способ распределения контактов (автоматический или ручной). В процессе расслоения цвет слоя контактов задается автоматически, но его можно изменять, нажав на контакт левой или правой кнопкой мыши. Так же на каждом этапе трассировки есть возможность редактировать этот процесс. Результат работы программы для 144 контактов:

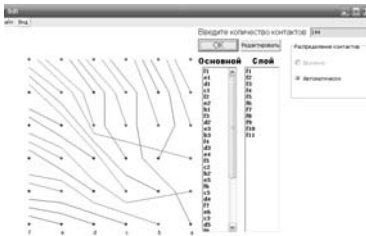


Рисунок 2. В автоматическом режиме

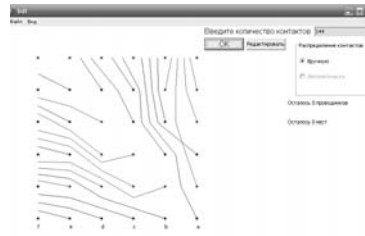


Рисунок 3. В ручном режиме

Выводы.

Предложенный метод, основанный на применении теории графов, позволяет снизить трудоемкость и время проектирования топологии печатных плат с BGA-компонентами, а также может быть использован для разработки топологий микроэлектромеханических структур различного назначения.

Список литературы

1. Семенец, В. В. Технология межсоединений электронной аппаратуры: учеб. для вузов / В. В. Семенец, Джон Кратц, И. Ш. Невлюдов, В. А. Палагин. - Х. : изд. «СМИТ», 2005. - 432 с.
2. Курапов С.В. трассировка подключающей пластины многозондового устройства контроля bga-компонентов / И.В., Курапов С.В., Невлюдов И.Ш., Палагин В.А., Разумов-Фризюк Е.А., Чеченя В.С. – «Вісник» ЗНУ

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ ПЛАНОВ ЭКСПЕРИМЕНТА

Повышение эффективности экспериментальных исследований, направленных на получение адекватной математической модели исследуемого объекта является актуальной задачей. При этом естественно стремление экспериментаторов получать такие модели при минимальных временных и стоимостных затратах. Для реализации этой цели необходимо разрабатывать эффективные методы планирования эксперимента, программные и технические средства автоматизации процессов их планирования.

Для решения задачи оптимизации планов эксперимента по стоимостным и временным затратам на кафедре авиационных приборов и измерений Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ» применялись следующие методы: полный перебор, случайный поиск, метод ветвей и границ [1], симплекс–метод [2], генетические [3] и муравьиные [4] алгоритмы. Созданы программные средства, реализующие решение задачи оптимизации планов эксперимента перечисленными методами. При этом определены достоинства и недостатки применения каждого из методов оптимизации.

Авторами предлагается решать эту задачу с использованием искусственных нейронных сетей. В качестве критерия оптимизации используется суммарная стоимость реализации эксперимента S_0 или суммарное время его проведения t_0 .

$$S_0 = \sum_{i=1}^k S_i^{X_i^1} + \sum_{j=2}^n \sum_{i=1}^k S_{i,j}^{X_i^{j-1}, X_i^j} + \sum_{i=1}^k S_i^{X_i^0} \rightarrow \min;$$

$$t_0 = \sum_{i=1}^k t_i^{X_i^1} + \sum_{j=2}^n \sum_{i=1}^k t_{i,j}^{X_i^{j-1}, X_i^j} + \sum_{i=1}^k t_i^{X_i^0} \rightarrow \min,$$

где k – количество факторов; n – количество опытов; $S_i^{X_i^1}$, $t_i^{X_i^1}$ – соответственно стоимость и время установки i -го фактора в состоянии

¹ д.т.н., зав. кафедрой, ХАИ

² инженер ХАИ

X_i^1 в первом опыте; $S_{i,j}^{X_i^{j-1}, X_i^j}$, $t_{i,j}^{X_i^{j-1}, X_i^j}$ – соответственно стоимость и время установки i -го фактора в j -ом опыте; X_i^j – значение i -го фактора в j -ом опыте; $S_i^{X_i^0}$, $t_i^{X_i^0}$ – соответственно стоимость и время установки i -го фактора в начальное состояние X_i^0 .

Разработана структурная схема искусственной нейронной сети для решения задачи оптимизации планов эксперимента по стоимости или времени реализации.

Разрабатывается соответствующее программное обеспечение для решения этой задачи.

Список литературы

1. Кошевой, Н.Д. Оптимальное по стоимостным и временным затратам планирование эксперимента: монография / Н.Д. Кошевой, Е.М. Костенко.– Полтава: Изд. Шевченко В.В., 2013. – 317 с.
2. Кошевой, Н.Д. Оптимизация технологических процессов с использованием симплекс метода / Н.Д. Кошевой, Е.А. Сухобрус // Вісник Сумського державного університету. Серія: технічні науки. – 2012. – №3.– С.22–29.
3. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №50203. Комп'ютерна програма. «Програма пошуку оптимального за вартістю реалізації плану експерименту з використанням генетичних алгоритмів» / М.Д. Кошовий, О.А. Сухобрус. – Дата реєстрації 15.07.2013 р.
4. Кошевой, Н.Д. Оптимизация планов экспериментов с использованием алгоритма муравьиной системы / Н.Д. Кошевой, А.С. Чуйко // Метрологія та прилади. – 2013. – № 2 II (40). – С.135 – 137.

ОПТИМІЗАЦІЯ ГАБАРИТНИХ ПОКАЗНИКІВ ГЕРМЕТИЧНИХ БЛОКІВ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ АПАРАТІВ

При проектуванні бортової радіоелектронної апаратури актуальним завданням є розробка несучих конструкцій з мінімальним об'ємом блоків [1]. Найчастіше такі блоки виготовляються герметичними та мають етажерну конструкцію. Мінімізація об'єму герметичних блоків проводиться на етапі їх компоновки, коли обираються кількість плат, відстані між платами та габаритні розміри блоку. Оскільки ці параметри впливають на тепловий режим електрорадіоелементів [2], то компоновка блоку проводиться в першу чергу за умови забезпечення теплового режиму.

Обчислення теплових режимів блоків традиційно проводилося коефіцієнтним методом на основі моделей із трьох тіл [3]. Коефіцієнти моделей визначалися за допомогою статистичної обробки результатів реального проектування. Це неминуче викликало значні похибки у визначенні температур електрорадіоелементів і теплового стану блоків. Тепер існує можливість відмовитися від дорогих і тривалих експериментів за рахунок моделювання процесів теплопередачі в радіоелектронних апаратах з допомогою програмних засобів інженерного аналізу [4].

Метою роботи є розробка методу оптимізації об'єму герметичних радіоелектронних апаратів етажерної конструкції з використанням сучасних програмних засобів інженерного аналізу. Для вирішення цього завдання необхідно:

- створити математичні моделі залежності об'єму та теплових характеристик блока від зміни конструктивних параметрів;
- розробити метод оптимізації розміщення функціональних вузлів у блоці в залежності від їх потужності;
- розробити метод оптимізації об'єму блока з урахуванням теплового режиму.

Вирішення цього завдання можливе з використанням для моделювання розподілу температур тривимірних моделей герметичних

¹ канд. техн. наук, проф.каф. ІТЕЗ, ЗНТУ;

² канд. техн. наук, доц. каф. ІТЕЗ, ЗНТУ;

³ аспірант каф. ІТЕЗ, ЗНТУ;

⁴ канд. техн. наук, доц. каф. ІТЕЗ, ЗНТУ.

блоків, створених за допомогою засобів інженерного проектування CAD/CAM/CAE. При створенні математичних моделей використовуються графіки залежності об'єму блока та теплових характеристик від зміни кількості друківаних плат, діаметра стояків та відстані між платами [2]. В залежності від виду характеристик використовувалися степенева, лінійна та гіперболічна моделі цільової функції та характеристик. Отримані моделі дозволили визначити співвідношення для оптимальної кількості плат та умов забезпечення теплового режиму. Алгоритм починається із визначення кількості функціональних вузлів та розташування плат в корпусі. У зв'язку з нелінійною залежністю параметрів моделей від умов процесів теплопередачі оптимальні співвідношення визначаються в ітераційному алгоритмі. Оптимізація розміщення функціональних вузлів у блоці в залежності від їх потужності відбувалася шляхом послідовної зміни позицій функціональних вузлів в блоці.

Запропонований метод оптимізації габаритних розмірів герметичних блоків використовує програмні засоби моделювання теплових процесів, що дозволяє відмовитися від тривалих і кропітких експериментальних досліджень. Розроблений алгоритм оптимізації враховує конструктивні обмеження на розміри елементів конструкції і проводить перевірку доцільності і можливості проведення оптимізаційної процедури. Застосування алгоритму дозволяє зменшити об'єм герметичних блоків на десятки відсотків. У разі неможливості проведення оптимізаційних процедур робиться висновок про необхідність використання механізмів інтенсифікації процесів теплообміну.

Список літератури

1. Белоусов Е.Л., Ушкар М.Н. Конструирование блоков бортовой авиационной аппаратуры связи. – Нижний Новгород: НГТУ, 2005. – 237с., ил.
2. Шило Г.Н., Сиротюк О.М., Савелло О.С., Лопатка Ю.А, Арешкін Є.К., Гапоненко М.П. Дослідження масогабаритних і теплових характеристик герметичних блоків радіоелектронних апаратів// Радиоэлектроника. Информатика. Управление. - 2013. - № 1-2. - С. 30–33.
3. Роткоп Л.Л., Спокойный Ю.Е. Обеспечение тепловых режимов при конструировании радиоэлектронной аппаратуры. – М.: Сов. радио, 1976. – 232с.,ил.
4. Алямовский, А.А. Инженерные расчеты в SolidWorks Simulation. - М.: ДМК, 2010. – 464с.,ил.

МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ МАКСИМАЛЬНО ПЛОСКОГО СУГРАФА

Любой плоский топологический рисунок суграфа (графа) характеризуется тем, что выделенная система базисных циклов подпространства циклов имеет нулевое значение функционала Мак-Лейна. Причем выделенная система базисных циклов обязательно должна принадлежать множеству единичных циклов C_1 графа. В свою очередь выделенная система циклов удовлетворяющая нулевому значению функционала Мак-Лейна индуцирует вращение вершин графа, которое и определяет топологический рисунок графа. На сегодняшний день можно выделить два метода (способа) выделения максимально плоского суграфа:

- удаление из базиса циклов сохраняющих условие «удаляем цикл с одновременным удалением только одного ребра»,
- метод случайного поиска.

Все эти два способа выделения основаны на выделении множества единичных циклов графа, алгоритм которого имеет полиномиальную вычислительную сложность $O(n_6)$.

Метод удаление циклов из базиса циклов сохраняющих условие Мак-Лейна

Рассмотрим граф K_9 . Количество выделенных базисных циклов проходящих по ребрам графа имеет вид:

u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	u_6	u_7	u_8	u_9	u_{10}	u_{11}	u_{12}	u_{13}	u_{14}	u_{15}	u_{16}	u_{17}	u_{18}
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
u_{19}	u_{20}	u_{21}	u_{22}	u_{23}	u_{24}	u_{25}	u_{26}	u_{27}	u_{28}	u_{29}	u_{30}	u_{31}	u_{32}	u_{33}	u_{34}	u_{35}	u_{36}
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Как видно, здесь мы не можем применить условие «удаляем цикл с одновременным удалением только одного ребра». Поэтому предварительно удаляем последовательно из графа ребра (естественно получая при этом другой граф) до получения условия удаления.

Например удалим из графа K_9 три ребра.

Тогда, количество циклов проходящих по ребрам имеет вид:

u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	u_6	u_7	u_8	u_9	u_{10}	u_{11}	u_{12}	u_{13}	u_{14}	u_{15}	u_{16}	u_{17}	u_{18}
3	3	2	3	3	2	3	3	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2
u_{19}	u_{20}	u_{21}	u_{22}	u_{23}	u_{24}	u_{25}	u_{26}	u_{27}	u_{28}	u_{29}	u_{30}	u_{31}	u_{32}	u_{33}			
2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1			

¹ к.ф-м.н., доцент ЗНУ

² аспирант ЗНУ

Применим к выделенной системе базисных циклов условие удаления и получим систему циклов удовлетворяющую минимальному значению функционала Мак-Лейна, получим подмножество единичных циклов характеризующих максимально плоский суграф (см. рис. 1)

$$c_1 = \{u_1, u_2, u_9\}; c_3 = \{u_1, u_6, u_{13}\}; c_5 = \{u_2, u_8, u_{21}\}; c_6 = \{u_3, u_7, u_{25}\};$$

$$c_7 = \{u_3, u_8, u_{26}\}; c_{10} = \{u_5, u_6, u_{31}\}; c_{11} = \{u_5, u_7, u_{32}\}; c_{12} = \{u_9, u_{15}, u_{21}\};$$

$$c_{14} = \{u_{10}, u_{15}, u_{26}\}; c_{16} = \{u_{11}, u_{14}, u_{29}\}; c_{17} = \{u_{12}, u_{13}, u_{31}\}; c_{18} = \{u_{12}, u_{14}, u_{32}\}.$$

На первом проходе, используя последовательный выбор и суммирование с ободом суграфа, пересекающихся единичных циклов минимальной длины с обязательным условием появлением в суммарном ободу только новых вершин (см. рис. 2). И тогда список всех вершин исчерпан, производится выбор и введение в систему новых пересекающихся с ободом по ребрам единичных циклов минимальной длины (2-ой проход, см. рис. 3). Выделенный суграф с максимальным количеством ребер запоминается. Случайным методом производится построение новой системы циклов характеризующих другой максимально плоский суграф, и процесс повторяется

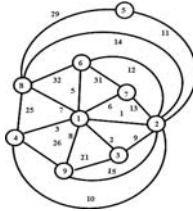


Рисунок 1. Максимально плоский суграф

Метод случайного поиска

Данный метод основан на двух проходах алгоритма:

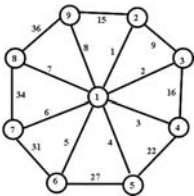


Рисунок 2. Проход 1



Рисунок 3. Проход 2

Список литературы

1. Курапов С. В. Алгоритм планарности графа / С. В. Курапов, Н. А. Кондратьева/ Вісник Запорізького державного університету: Збірник наук. статей. Фіз.-мат. науки. - Запоріжжя: ЗДУ, 2001, № 1. - С. 44–55
2. Мак-Лейн С. Комбинаторное условие для плоских графов / С. Мак-Лейн. В кн.: Кибернетический сборник. Новая серия. - 1970.-вып. 7.- С.68–77.

МОДЕЛЬ, МЕТОДЫ И ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ГРУППОВЫХ РЕШЕНИЙ

Анализ математического обеспечения современных групповых систем поддержки принятия решений (ГСППР) показывает, что математический аппарат данных систем включает в себя в основном методы голосования (правила абсолютного и относительного большинства и др.) и классический метод анализа иерархий (МАИ), которые не позволяют решать задачи принятия групповых решений (ПГР) в условиях наличия большого количества сравниваемых объектов (альтернатив и критериев). МАИ и его существующие модификации предоставляют возможность решать задачи сложной иерархической структуры большой размерности, но возникает необходимость в разработке нового метода, который позволяет объединять методы с различной функциональностью в единое целое в зависимости от специфики задачи ПГР. Проведение исследований в этом направлении является перспективным, а усовершенствование информационной технологии (ИТ) поддержки ПГР на основе модифицированных МАИ является актуальной научной задачей.

Целью работы является разработка модели и методов поддержки ПГР на основе подхода анализа иерархий и усовершенствование ИТ поддержки ПГР для повышения эффективности процесса ПГР.

Проведенный анализ средств, математических моделей и методов ИТ поддержки ПГР позволяет сделать вывод о наличии ряда недостатков в существующих ГСППР. Основными недостатками данных программных средств является:

– наличие ограниченной базы методов ПГР, состоящей в основном из следующих методов: методы голосования (правила абсолютного и относительного большинства и др.) и классический МАИ, что ограничивает круг решаемых практических задач ПГР в условиях наличия большого количества сравниваемых объектов (альтернатив, критериев);

– отсутствие средств поддержки принятия решений на основе средств искусственного интеллекта: экспертных систем, эволюционных методов решения.

Поэтому для повышения эффективности ИТ поддержки ПГР необходимо

¹ старший преподаватель кафедры программных средств ЗНТУ

² к.т.н., профессор кафедры программных средств ЗНТУ

разработать новые и модифицировать существующие методы с учетом специфики автоматизации процесса ПГР.

В работе впервые разработана модель ПГР на основе подхода анализа иерархий, которая, в отличие от существующих, характеризуется возможностью решения многокритериальных иерархических задач большой размерности за счет снижения параметрической неопределенности, что обеспечивает эффективную организацию процесса ПГР с помощью информационных технологий.

Впервые предложен метод синтеза на основе морфологического подхода, который позволяет уменьшить методическую неопределенность, сузить область поиска необходимого варианта метода и автоматизировать формирование нового метода ПГР.

Усовершенствован метод получения вектора приоритетов на основе нечетких экспертных оценок на основе эволюционного подхода, который, в отличие от существующих, характеризуется отсутствием необходимости выполнять интервальную аппроксимацию нечетких матриц попарных сравнений, что позволяет снизить затраты времени и повысить точность расчетов при автоматизации процесса ПГР.

Усовершенствован метод формирования итогового решения на основе нелинейной свертки критериев, который, в отличие от существующих, характеризуется возможностью определения итогового решения на основе нечетких суждений экспертов для оценки альтернатив и позволяет устранить явление реверса ранга при автоматизации процесса ПГР.

Усовершенствована ИТ поддержки ПГР с использованием предложенных модели и методов, а также разработаны:

- экспертная подсистема, которая позволяет выбрать необходимый метод ПГР в зависимости от множества входных условий;
- подсистема синтеза метода принятия групповых решений, которая позволяет сформировать необходимый вариант метода принятия групповых решений в зависимости от множества входных данных метода.

Предложено расширить архитектуру распределенной ГСППР следующими компонентами: экспертной подсистемой выбора и подсистемой синтеза метода ПГР, что позволяет улучшить организацию процесса ПГР с помощью информационных технологий.

Результаты работы были внедрены в АО «Мотор Сич» для решения задачи групповой экспертной оценки технического состояния узлов технического объекта на примере лопаток газотурбинного двигателя, что позволило сократить время выполнения технологической подготовки производства.

ВИЗНАЧЕННЯ ВИХОДУ ПРИДАТНИХ МІКРОСМУЖКОВИХ ПРИБОРІВ

Параметри НВЧ-пристроїв на мікросмужкових лініях, таких як фільтри, спрямовані відгалужувачі, подільники потужності та ін., чутливі до змін геометричних розмірів ліній. Це пов'язано з особливостями розповсюдження електромагнітних хвиль в цих пристроях. Недосконалість технологій виготовлення пристроїв на мікросмужкових лініях призводить до необхідності створення методів та моделей призначення допускових відхилень на параметри лінії. Такі методи та моделі є, і вони успішно застосовуються на профільних підприємствах. Однак виникає питання, яке стосується визначення економічної доцільності виготовлення того чи іншого мікросмужкового пристрою з певними характеристиками при наявності певної технології виготовлення, або, при налагодженні виробництва, стає питання вибору оптимального технічного оснащення. Для вирішення подібних проблем було розроблено методику для визначення виходу придатних мікросмужкових пристроїв з заданими технічними характеристиками при їх виготовленні за певною технологією.

Дана методика використовується при умові, що відхилення, які обумовлені етапами технологічного процесу, мають нормальний або рівномірний закони розподілення [1].

Алгоритм методики можна описати наступними кроками:

1. За допомогою інтервального методу розраховуються допускові відхилення на геометричні параметри мікросмужкових пристроїв Δ_i , які забезпечують відхилення вихідної функції в межах δ_a .

2. За рахунок введення вагових коефіцієнтів P_i проводиться перерозподіл поля допуску вихідної функції за елементами топології з метою розширення допусків на найбільш критичні параметри та отримання однакових допускових обмежень Δ_i .

3. Визначаються межові відхилення x_n , що обумовлені етапами обраного технологічного процесу виготовлення мікросмужкових пристроїв. В даному випадку n – кількість технологічних операцій, що впливають на формування геометрії МСЛ.

¹ М.В.Міщенко, асистент каф. ІТЕЗ

² О.Ю. Фарафонов, к.т.н., доц. каф. ІТЕЗ

4. Оскільки процес формування топології МСЛ налічує більше десятка технологічних операцій [2], тоді ймовірність того, що \bar{x} лежить в інтервалі $[-\Delta_i; +\Delta_i]$, можна розрахувати за формулою [1], [3]:

$$P1 = P\{-\Delta_i < \bar{x} < +\Delta_i\} \approx \frac{1}{\sqrt{2\pi D[\bar{x}]}} \cdot \int_{-\Delta_i}^{+\Delta_i} e^{-\left(\frac{x-M(\bar{x})}{2D[\bar{x}]}\right)^2} dx, \quad (1)$$

де $\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$.

5. Якщо врахувати операцію фінішного контролю, на якій з імовірністю β буде виявлений брак та вилучений із партії, то вихід придатних буде обчислений за формулою:

$$P2 = \frac{P1}{1 - (1 - P1) \cdot \beta}. \quad (2)$$

В загальному випадку для ТП виготовлення МСЛ врахування міжопераційного контролю можна провести таким чином. Визначається вихід придатних кожен раз після певної кількості операцій $n' < n$ і проводиться контроль, внаслідок чого визначається $P1_{n'}$ та $P2_{n'}$ за формулами (1) та (2), відповідно. При цьому результуюче значення виходу придатних:

$$P3 = \prod_{n'=1}^n P2_{n'}. \quad (3)$$

Наведена методика дає можливість оцінити економічну доцільність виробництва того чи іншого мікросмужкового пристрою, при умові розподілення відхилень технологічних операцій за нормальним або рівномірним законом та враховувати велику кількість етапів технологічного процесу.

Список літератури

1. Кремер Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика. [Текст]/ Н. Ш. Кремер.– 2-ое изд., – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004.– 573 с.
2. Черняев В. Н. Технология производства интегральных микросхем и микропроцессоров [Текст]/ В. Н. Черняев.– М.: Радио и связь, 1987.– 464с.:ил.
3. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика [Текст]/ В.Е. Гмурман. – 9-ое изд., М.: Высшая школа, 2003.– 479 с.

ВДОСКОНАЛЕННЯ МОДЕЛІ ПОВЕДІНКИ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ПРОГРАМНО-АПАРATНОЇ СИСТЕМИ

Для оцінки надійності радіоелектронних програмно-апаратних систем (ПАС) існує ряд підходів. Окремі підходи не враховують взаємозв'язок між апаратною та програмною частиною [1], тобто ймовірність безвідмовної роботи ПАС визначають як добуток імовірності безвідмовної роботи апаратного забезпечення (АЗ) на імовірність безвідмовної роботи програмного забезпечення (ПЗ). Недоліком такого підходу є те, що оцінка надійності ПЗ відбувається за експоненціальним законом, тобто передбачає зменшення надійності ПЗ з часом, що є не коректним.

У інших підходах для оцінки надійності використовується модель поведінки ПАС [2, 3], що збільшує достовірність оцінки надійності, оскільки враховується взаємозв'язок АЗ і ПЗ. Однак, у підходах [2] і [3] степінь адекватності надійнісної поведінки ПАС є невисокою тому, що не враховуються наслідки збоїв АЗ і ПЗ та дії направлені на їх усунення (перезавантаження ПЗ, інсталяція нового ПЗ, самоусунення збоїв АЗ). За основу, для вдосконалення, було обрано модель [2] так, як вона має більшу степінь адекватності, зокрема враховується те, що відмова АЗ може виникнути як самостійна відмова, або як наслідок збою АЗ. А також приймається допущення, що причиною збою ПЗ є збій АЗ. Однак модель [2] не враховує наступні стани: відмова ПЗ, повна зупинка ПАС, і взаємозв'язки між ними.

Згідно [4] для побудови удосконаленої моделі поведінки ПАС необхідно розробити її структурно-автоматну модель (САМ), яка є формалізованим описом структури і поведінки ПАС. Розроблена САМ є вхідними даними для програмного модуля ASNA, в результаті роботи якого автоматизовано отримано граф станів та переходів. На основі графа станів та переходів отримано показники надійності ПАС.

Результати дослідження показників надійності ПАС наведені на рис.1. Крива 1 відповідає ймовірності безвідмовної роботи ПАС, крива 2 – функція готовності ПАС (сума ймовірностей перебування в усіх станах окрім станів зупинки та повної зупинки). Якщо при оцінці надійності ПАС не враховувати зависання і вихід з ладу ПЗ (стани зупинки та повної

¹ к.т.н., доцент, Національний університет «Львівська політехніка»

² студент, Національний університет «Львівська політехніка»

зупинки), то значення функції готовності буде прямувати до одиниці.

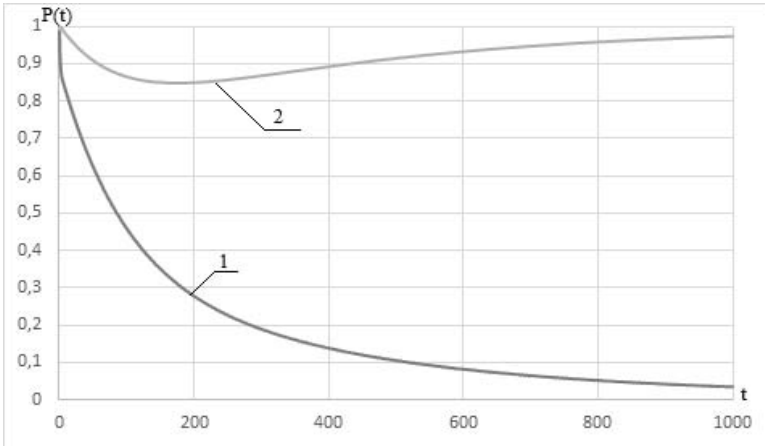


Рисунок 1. Залежність ймовірності перебування у станах від тривалості експлуатації: 1 – ймовірність безвідмовної роботи ПАС (перебування у першому стані), 2 – функція готовності ПАС (сума ймовірностей перебування в усіх станах окрім станів зупинки та повної зупинки АЗ)

Висновки

Удосконалена модель поведінки ПАС дає змогу оцінити характеристики та показники надійності нерезервованої ПАС а саме: ймовірність безвідмовної роботи, функцію готовності, коефіцієнт готовності, середній час роботи між відмовами, ймовірність зупинки, ймовірність простою, тривалість простою та тривалість зупинки ПАС. І на відміну від існуючих моделей дає змогу адекватно врахувати поведінку ПАС при появі відмов і збоїв АЗ і ПЗ, а також враховує їх наслідки.

Список літератури

1. Pham H. Handbook of Reliability Engineering/ H. Pham – London.: British Library Cataloguing in Publication Data. 2003. – 696 p. – ISBN 1-85233-453-3
2. Озірковський Л. Д. Модель поведінки програмно-апаратних електронних систем / Л. Д. Озірковський, Т. І. Панський // Вісник Національного університету «Львівська політехніка» серія – 2013 - № 764 - с. 36-43. Lakey P. System and Software reliability assurance notebook/ P. Lakey– St. Louis. 2008. – 168 p.
3. Волочій Б.Ю. Технологія моделювання алгоритмів поведінки інформаційних систем /Б.Ю. Волочій. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2004. - 220с.

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ КЛАССИФИКАЦИИ В ОБОГАЩЕНИИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Ежегодно во многих отраслях промышленности механической переработке подвергаются сотни миллионов тонн сыпучих материалов, добываемых, как правило, в виде крупных кусков. При этом на сам процесс измельчения используется 5–7% всей вырабатываемой в промышленно развитых странах электроэнергии. Однако и после измельчения в готовых порошках содержатся частицы, которые могут не удовлетворять требованиям последующих технологических процессов.

Следует заметить, что измельчение частиц сверх требуемо степени приводит к резкому возрастанию затрат энергии. Для того, чтобы избежать излишних затрат практически во всех технологических линиях по производству порошковых материалов, прежде всего в системах измельчения, устанавливают специальные аппараты – классификаторы. Их назначение состоит в разделении исходного порошка в простейшем случае на две части с преимущественным содержанием мелких и крупных частиц. Такой обогатительный процесс как классификация, требует применения точных расчетов и методов математического моделирования. Сегодня методы математического моделирования активно используются при разработке новых конструкций классификаторов, используемых, например, для получения высокодисперсных продуктов.

Особую роль играют математические модели процессов классификации при проектировании сложных технологических схем с рециклами, включающих классификаторы. В этом случае гранулометрический состав материала на входе в классификатор заранее неизвестен, более того, на него влияют характеристики процесса разделения, определяющие массу и состав рециркулирующего потока.

Для построения модели классификации обычно использовались аналитические решения дисперсионного уравнения. Основным недостатком такого подхода является то, что для получения решения уравнения необходимо делать некоторые допущения. Эти допущения в итоге не позволяют проследить работу всех факторов, влияющих на

¹ к.т.н., доцент, Иркутский государственный технический университет

² студент института Кибернетики им. Е.И. Попова, Иркутский государственный технический университет

процесс. Одним из таких факторов является концентрация материала в классификаторе.

Одним из передовых методов, который может быть использован для моделирования процесса классификации, может быть назван метод Марковских цепей. В частности он позволяет избежать некорректности при учете факторов, влияющих на процесс классификации. Разрабатываемая модель должна сочетать в себе изучение макросвойств моделируемой системы с нужной степенью точности, но при этом не анализировать поведение каждой отдельной частицы (на микроуровне). Важным моментом в моделировании процесса классификации, является использование обращения к такому понятию, как концентрация энтропии. Для нахождения вероятностей переходов между состояниями работы классификатора представляется возможным воспользоваться принципом максимума информационной энтропии – наиболее вероятным состоянием системы будет состояние, при котором информационная энтропия максимальна. Квазистационарное приближение динамических уравнений считается хорошим инструментом для теоретических исследований движения частиц в газовых потоках. С одной стороны, значительно упрощаются получаемые решения, с другой – сохраняются все основные эффекты взаимодействия частиц с потоком. Особенно это важно для условий равновесной классификации, когда имеется, по меньшей мере, одно устойчивое или безразличное состояние.

Детерминированные модели обладают рядом преимуществ, например, они позволяют оценить влияние определяющих факторов на некоторые характеристики разделения (размер равновесной частицы, в ряде случаев граничный размер). Однако данные модели не дают возможности получения расчетных выражений для кривых разделения. Построение таких кривых возможно только на основе стохастических моделей процессов классификации, учитывающих совокупный эффект от случайных воздействий со стороны окружающей среды на каждую частицу. Наиболее информативной функциональной характеристикой процесса классификации является его кривая разделения – зависимость доли узкой фракции, выносимый в один из продуктов разделения, от размера этой фракции.

Список литературы

1. Hansen S. Utility, accessibility and entropy in spatial modeling. //The Swedish Journal of Economics - №74 – 1980.

МОДЕЛЬ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ОСНОВНОЙ ИЗОЛЯЦИИ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВВОДОВ И ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА

Старение парка электрооборудования, тенденции к уменьшению эксплуатационных затрат, а также повышающиеся требования к надежности электроснабжения потребителей требуют реорганизации подхода к эксплуатационным испытаниям и диагностике технического состояния высоковольтного электрооборудования электрических станций, подстанций и сетей, а также трансформаторного оборудования энергоемких производств.

Построение систем мониторинга вводов и трансформаторов тока, достаточно полно описаны в документации производителей таких систем, например, [1], однако, важной особенностью систем непрерывного контроля есть то, что система мониторинга не должна ограничиваться контролем значений критериев, а должна делать диагностическое заключение о состоянии объекта, а также давать прогноз состояния, например, на основе математических моделей, представленных авторами в [2, 3]. Указанные модели могут совершенствоваться и развиваться путем расширения количества диагностических параметров, в частности за счет ввода в модель параметра «разрядная активность». Разрядная активность – это безразмерная величина, предполагающая условную количественную оценку изменения уровня частичных разрядов в основной изоляции, например, если уровень активности вырос с 10 до 20 единиц, то можно сделать вывод о том, что уровень кажущегося заряда частичных разрядов вырос вдвое. Авторами предлагается упрощенный подход к контролю характеристик разрядной активности в основной изоляции вводов и трансформаторов тока, основанный на спектральном анализе сигнала тока проводимости основной изоляции ввода и последующем расчете интегрального действующего значения составляющих в диапазоне 8–10МГц

С учетом разрядной активности модель из [2], может принимать вид:

$$S(t, (tg\delta_1, \Delta tg\delta_1, Q, a)) = S_0(t) \exp(b_1 \cdot tg\delta_1 \cdot b_2 \cdot \Delta tg\delta_1 + b_3 \cdot Q + b_4 \cdot a),$$

¹ ассистент кафедры ЭЭА ЗНТУ

² к.т.н., доцент кафедры ЭЭА ЗНТУ

где $S(t, (tg\delta_1, \Delta tg\delta_1, Q, \alpha))$ – результирующая вероятность, при заданных для соответствующего наблюдения значениях параметров; $S_0(t)$ – базовая вероятность безотказной работы, полученная, например, на основе распределения Вейбулла; t – фактический период эксплуатации аппарата, $tg\delta_1$ – отклонение тангенса угла диэлектрических потерь основной изоляции от базового значения; $\Delta tg\delta_1$ – отклонение модуля изменения тангенса угла диэлектрических потерь основной изоляции от базового значения, Q – отклонение уровня разрядной активности от базового значения, α – отклонение температурного коэффициента от базового значения, b_1, b_2, b_3, b_4 – весовые коэффициенты (количественная оценка влияния диагностических параметров).

Следовательно, модель остаточного ресурса, предложенная в [2] может быть существенно усовершенствована, путем внедрения в модель уровня разрядной активности, а также путем прогноза изменения значений диагностических параметров и расчета остаточного ресурса не на основе предположения о дальнейшем износе только за счет естественного старения, а на основе прогноза значений диагностических параметров на базе алгоритмов «нечеткой» логики.

Таким образом, одним из наиболее важных диагностических параметров при организации непрерывного контроля вводов и трансформаторов тока является тангенс угла диэлектрических потерь и его изменение, также полезным может быть контроль разрядной активности, однако, данный параметр требует дальнейшего изучения. На основании практических результатов можно сделать вывод о возможности применения параметра «разрядная активность» в качестве дополнительного в моделях оценки вероятности безотказной работы аппаратов и прогноза остаточного ресурса, что позволит уточнить такие модели.

Список литературы

1. Системы непрерывного контроля трансформаторов тока и вводов. Режим доступа – <http://www.enera.com.ua/products/production/Safe-CT/>
2. Сахно А.А. Математическая модель прогноза остаточного ресурса трансформаторов тока 330-750 кВ с бумажно-масляной изоляцией конденсаторного типа / Сахно А.А. // Вестник НТУ «ХПИ». - 2010. - № 8. - С. 67-77.
3. Скрупская Л.С. Построение моделей диагностирования бумажно-масляной изоляции измерительных трансформаторов тока / Скрупская Л.С., Олейник А.А., Сахно А.А. // Электротехника и электромеханика – 2014. – №2. – С. 48-51.

ОПЕРАТОРНА СХЕМА ОБРОБКИ ДАНИХ У СИСТЕМАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РАДІОТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ

Як відомо, надійність роботи радіотехнічних засобів забезпечення польотів (РТЗП) забезпечує система їх експлуатації [1; 2]. До складу системи експлуатації (СЕ) відносять: РТЗП, нормативну документацію, персонал, технологічне обладнання, основні та допоміжні технологічні процеси та операції, інформаційні та витратні ресурси тощо. До процесів в СЕ РТЗП можна віднести: процеси організації та планування робіт, сертифікаційні випробування, введення в експлуатацію, використання за призначенням, технічне обслуговування та ремонт, моніторинг показників надійності, наземні та льотні перевірки, метрологічне та матеріально-технічне забезпечення тощо. Серед основних технологічних операцій СЕ є статистична обробка даних, яка дозволяє оперативно відстежувати стан РТЗП, стан виконання процесів СЕ та на основі чого здійснюються оперативні та своєчасні коригувальні дії. Під час визначення змісту структур обробки даних (СОД) використовують різні підходи щодо обробки даних та прийняття рішень про стан РТЗП. Так, можна оцінювати показники неперервності обслуговування (НО), експлуатаційної готовності (ЕГ), ризики аеронавігаційного обслуговування (АНО) тощо. Розраховані показники порівнюють з пороговим значенням, на основі чого приймаються відповідні рішення.

Для синтезу та аналізу СОД доцільно представити їх у вигляді операторних схем. Процес синтезу операторної схеми СОД можна виконувати з використанням евристичного підходу. Цей підхід ґрунтується на критерії функціональної повноти моніторингу та контролю відповідності показників надійності, що включає операції збору, обробки, прийняття рішень, формування команд та їх реалізацію. Узагальнений варіант операторної схеми обробки даних для процесу моніторингу показників надійності РТЗП наведений на рис. 1.

¹ д-р техн. наук, професор кафедри авіаційних радіоелектронних комплексів Національного авіаційного університету

² канд. техн. наук, доцент кафедри авіаційних радіоелектронних комплексів Національного авіаційного університету

³ канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри авіаційних радіоелектронних комплексів Національного авіаційного університету

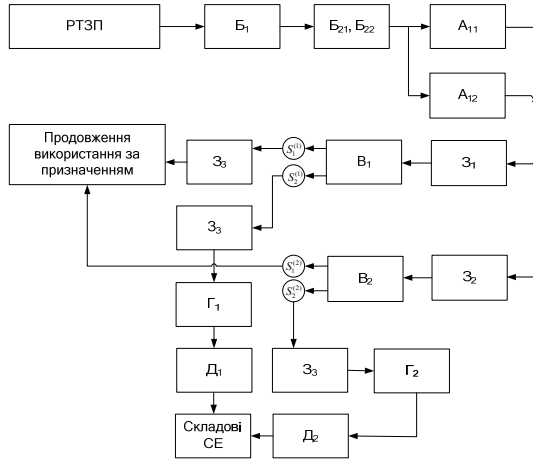


Рисунок 1. Операторна схема структури обробки даних

На рис. 1 наведені наступні оператори: оператори типу А (A_{11} , A_{12}) – для формування оцінки показника безвідмовності у вигляді середнього напрацювання на відмову та ремонтпридатності у вигляді середнього терміну ремонту; оператори типу Б (B_1 , B_{21} , B_{22}) – для формування баз даних, а також вибірок на їх основі; оператори типу В (V_1 , V_2) – для прийняття рішення щодо відповідності показника НО та ЕГ встановленим вимогам (стан $S_1^{(1)}$ – є відповідність встановлених вимогам, стан $S_2^{(1)}$ – немає); оператори типу Г (G_1 , G_2) – для формування команд про керуючі впливи за напрямом, пов'язаним з показником НО та ЕГ; оператори типу Д (D_1 , D_2) – призначені для виконання керуючих впливів по відношенню до РТЗП, а також інші складові СЕ за напрямом, пов'язаним з показником НО та ЕГ; оператори типу З (Z_1 , Z_2 , Z_3) – для розрахунку неперервності обслуговування (НО), готовності (ЕГ) та ризиків АНО.

Список літератури

1. D.J. Smith. Reliability, Maintainability and Risk. Practical methods for engineers. London: Elsevier, 2005, 365 p.
2. B.S. Dhillon. Maintainability, maintenance, and reliability for engineers. New York: Taylor & Francis Group, 2006, 214 p.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОГО СГЛАЖИВАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Повышение точности результата измерения может быть обеспечено предварительным экспоненциальным сглаживанием измерительных данных, суть которого сводится к преобразованию текущих значений переменной X_i по формуле $\bar{X}_i = \alpha X_i + (1 - \alpha) \bar{X}_{i-1}$, где \bar{X}_i , \bar{X}_{i-1} – сглаженные значения, α – параметр сглаживания ($0 < \alpha \leq 1$). Для исследования влияния сглаживания на погрешность ΔX результата измерения были использованы значения X_i индуктивности параметрических датчиков, расположенных на поверхности магнитного анизотропного образца материала с целью определения действительной величины индуктивности в виде среднего арифметического X_{cp} . Влияние мешающих факторов было обеспечено использованием в качестве датчиков катушек с полной осевой и квазиосевой (отличаются высоким градиентом магнитного поля в зоне взаимодействия с поверхностью образца) симметрией, при этом датчики располагали на гладкой поверхности образца и на шероховатой. Для оценки динамики поведения X_{cp} и ΔX в зависимости от количества измерений N среднее значение определяли как кумулятивное скользящее при $1 \leq N \leq 100$, а погрешность среднего – как доверительный интервал ΔX с вероятностью 0,95. Величины $X_{cp}(N)$ и $\Delta X(N)$ вычисляли для исходного и сглаженного числовых рядов. В таблице 1 представлены результаты измерений датчиком с квазиосевой симметрией, расположенного на шероховатой поверхности образца, при разных значениях α . Видно, что $\alpha = 0,1$ наиболее близкое к оптимальному, полученная погрешность ΔX в восемь раз меньше погрешности для исходного (несглаженного) ряда.

Таблица 1.

Действительная величина	Исходный ряд	Сглаженный ряд		
		$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,1$	$\alpha = 0,5$
Результат измерения, X_{cp}	5,789	5,775	5,788	5,790
Погрешность, ΔX	$\pm 0,016$	$\pm 0,001$	$\pm 0,002$	$\pm 0,009$

Эффективность сглаживания в зависимости от градиента магнитного поля датчика была определена обработкой числовых рядов, полученных от датчиков с полной осевой симметрией и с квазиосевой, расположенных на шероховатой поверхности образца, при $\alpha = 0,1$. Из таблицы 2 следует,

¹ к.т.н., доцент кафедры ЭВМ, Днепропетровский национальный университет

что сглаживание почти в три раза уменьшает относительную погрешность от влияния градиента поля, при этом оказывает большее влияние на большую погрешность, чем на меньшую.

Таблица 2.

Параметр результата измерения	Исходный ряд		Сглаженный ряд	
	Квазиос. симметр.	Осевая симметр.	Квазиос. симметр.	Осевая симметр.
Действительное значение, $X_{\text{ср}}$	5,789	26,380	5,788	26,388
Абсолютная погрешность, ΔX	$\pm 0,016$	$\pm 0,006$	$\pm 0,002$	$\pm 0,002$
Относительная погрешность, δ	0,276%	0,0227%	0,035%	0,008%

Влияние шероховатости поверхности до и после сглаживания для датчика с осевой симметрией показано в таблице 3. Видно, что сглаживание исходного ряда в три раза уменьшает погрешность результата без ощутимого влияния на ее величину шероховатости поверхности.

Таблица 3.

Параметр результата измерения	Исходный ряд		Сглаженный ряд	
	Шероховатая	Гладкая	Шероховат.	Гладкая
Действительное значение, $X_{\text{ср}}$	26,380	26,370	26,388	26,372
Абсолютная погрешность, ΔX	$\pm 0,006$	$\pm 0,006$	$\pm 0,002$	$\pm 0,002$
Относительная погрешность, δ	0,0227%	0,0228%	0,0076%	0,0076%

Выводы. Экспоненциальное сглаживание почти на порядок уменьшает погрешность результата измерений, эффективно подавляет мешающее влияние градиента магнитного поля датчика в зоне контроля; влияние шероховатости поверхности материала сглаживанием не уменьшается; сглаживание можно использовать для обработки измерительной информации с целью повышения точности результата измерения.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФОТОННЫХ КРИСТАЛЛОВ И КОМПОЗИТОВ НА ИХ ОСНОВЕ

В настоящее время проводятся детальные теоретические и экспериментальные исследования фотонных кристаллов и композитов на их основе [1–4].

При этом, как правило, изучаются их оптические свойства, что обусловлено широким применением данных материалов в оптике, оптоэлектронике, оптической связи и лазерной технике.

Кроме того, осуществляется поиск и синтез новых фотонных кристаллов и композитов на их основе с необходимыми оптическими свойствами. Это обусловлено их применением в прикладных целях.

В частности, в работе [1] исследовались оптические свойства фотонных кристаллов на основе композита опал-кремний. Их особенности были изучены теоретически и интерпретированы как проявление фотонной запрещенной зоны в направлении [111], перестраиваемой по положению и ширине в видимом и ближнем инфракрасном спектральном диапазоне в зависимости от показателя оптического контраста материала n (величина n определяется степенью заполнения пор опала наполнителем).

В тоже время, в работе [2] были исследованы оптические свойства фотонного кристалла на основе композита пористый кремний-керамика цирконата-титаната свинца (ЦТС). При этом объекты исследования формировались путем заполнения пор кремния сегнетокерамикой ЦТС. В данной работе была разработана кроссплатформенная компьютерная программа (КП) моделирования оптических свойств фотонных кристаллов и композитов на их основе для случая нормального падения света на ростовую поверхность опала (111) и в зависимости от физических свойств составляющих материалов.

Она использовала модель фотонного кристалла в виде диэлектрической сверхрешетки, аналогичную электронной модели Кронига-Пенни.

При этом ее параметрами являлись: диаметр глобул и диэлектрическая проницаемость материала основы, диэлектрическая проницаемость материала наполнителя, степень заполнения пор наполнителем, число слоев и коэффициент отражения единичного слоя

¹ канд. физ.-мат. наук, доцент, ЗНТУ

материала основы кристалла.

Разработанная КП позволяла визуализировать фотонные зоны, а также зависимости коэффициента отражения и пропускания фотонных кристаллов и композитов на их основе в интервале длин волн от 200 до 1000 нм.

Визуализация осуществлялась и при плавном изменении параметров, что позволяло определить совокупность их значений для которой достигаются определенные пользователем оптических свойств материала.

К таким свойствам, в частности, можно отнести: число и суммарную спектральную ширину окон прозрачности, значения коэффициентов пропускания и отражения света для определенной длины волны оптического излучения.

Таким образом, в данной работе нами была разработана компьютерная программа моделирования оптических свойств фотонных кристаллов и композитов на их основе.

Результаты ее работы могут использоваться в технологии материалов на основе фотонных кристаллов, которые применяются в оптических и оптоэлектронных устройствах.

Список литературы

1. В.Г. Голубев, В.А. Кособукин, Д.А. Курдюков, А.В. Медведев, А.Б. Певцов. Фотонные кристаллы с перестраиваемой запрещенной зоной на основе заполненных и инвертированных композитов опал-кремний // Физика и техника полупроводников, 2001, Т. 35, Вып. 6, С.710–713.
2. Ф.Ю. Сычев, Т.В. Мурзина, Е.М. Ким, О.А. Акципетров. Сегнетоэлектрические фотонные кристаллы на основе наноструктурированного цирконата-титаната свинца // Физика твердого тела, 2005, Т. 47, Вып. 1, С.144–146.
3. В.С. Горелик Оптика глобулярных фотонных кристаллов // Квантовая электроника, 2007, Т.37, № 5, С.409–432.
4. В.С. Горелик, Точилин С.Д. Комбинационное рассеяние света в композите опал/сера // Неорганические материалы, Июль 2007, Т.47, № 7, С.846–847.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ГИСТОГРАММНЫМИ МЕТОДАМИ

Проектирование и создание радиоэлектронной аппаратуры ответственного назначения сопряжено с необходимостью обеспечения показателей её качества и надёжности. Традиционные подходы оценке показателей надёжности основываются на ГОСТах, которые содержательно мало изменились за последние 50 лет. Это влечёт как к устареванию методик, так и к неэффективному применению возможностей автоматизации. Кратко рассмотрим один из подходов к решению этих проблем на примере создания информационной системы, оперирующей последними достижениями в математике.

Известно, что определение показателей надёжности и риска имеют высокий вклад погрешностей: начиная от получения исходных значений вероятности безотказной работы элементов и до оценок надёжности всего изделия. Методология расчётов в теории надёжности сильно привязана к методу Монте-Карло и традиционным формам арифметики [1]. Но разработанные в последнее время математические и алгоритмические решения позволяют повысить точность расчётов, минимизируя число усреднений за счёт интервальных и гистограммных оценок [2]. При этом именно автоматизация процесса расчёта позволяет добиться как количественных оценок, так и их графической интерпретации с целью повысить адекватность оценки рисков при принятии тех или иных решений по комплектации оборудования.

Изменение методологии проведения расчёта влечёт дополнительные действия по технологии сбора исходных данных (статистике отказов изделий) и совершенствование алгоритмов расчёта и визуализации. Очевидно, что этот процесс потребует большего количества операций и он должен быть автоматизирован. Рассмотрим модуль оценки показателей надёжности с возможностями расчёта гистограммных оценок.

Укрупнено, структуру модуля можно представить в виде совокупности из четырёх подсистем:

- блок ввода и преобработки исходных статистических данных

¹ к.т.н., доцент, кафедра «Прикладная физика и космические технологии» ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет» в г. Железногорске

обо всём потоке отказов и конфигурации оцениваемого изделия;

- блок расчётов, реализующий как классическую арифметику, так и операции над гистограммными величинами;
- блок визуализации, отвечающий за отрисовку гистограмм первого второго порядка в интерфейсной части модуля системы;
- блок расчёта рисков принятия решений для случаев выбора альтернативных конфигураций или состава (например, элементной базы) проектируемой аппаратуры [3].

Если первый и последний блоки жестко интегрируются в состав информационной системы, то блоки расчёта и визуализации выполняются в виде внешних подключаемых модулей, применяя механизм dll-библиотек. Это позволяет применять библиотеку для широкого круга задач, связанных не только с расчётами количественных показателей надёжности и риска.

В заключение следует отметить, что предложенный подход не противоречит традиционному подходу ГОСТов, но существенно дополняет его, позволяя повысить точность оценок. Особенно это важно при сопровождении процессов разработки оборудования и аппаратуры ответственного назначения, входящей в состав космических аппаратов.

Список литературы

1. Углев, В.А. Выбор между методом Монте-Карло и гистограммной арифметикой при реализации моделей с элементами случайности / В.А. Углев // Имитационное моделирование. Теория и практика: Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. В 2 т. Том 1. - Казань: ФЭН, 2013. - С. 278–281.
2. Добронев Б.С., Попова О.А. Численный вероятностный анализ и вероятностные расширения // Материалы XIV Международной конференции по эвентологической математике и смежным вопросам. – Красноярск: 2011. – С. 67–69.
3. Морозова, А.И. Автоматизация принятия решений по применению методов оценки показателей надёжности и риска в системах ответственного назначения/ А.И. Морозова, В.А. Углев, Б.С. Добронев // Робототехника и искусственный интеллект: Материалы V Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. - Красноярск: Монография, 2013. - С. 114–117.

ПРОЕКТУВАННЯ ФІЛЬТРІВ НА ОСНОВІ ФРАКТАЛІВ

Під фракталом розуміють геометричну фігуру, що має властивості самоподібності, тобто складається з декількох частин, кожна з яких подібна всій фігурі повністю. Використання топологій на основі фракталів при проектуванні мікросмужкових смугопропускаючих фільтрів дозволяє отримати конструкції з додатковими перевагами, такими як широкосмуговість, відсутність паразитної смуги пропускання на частоті, кратній центральній частоті смуги пропускання тощо за рахунок скейлінгових ефектів [1].

На основі трикутника Серпинського може бути спроектований мікросмужковий смугопропускаючий фільтр (рис. 1) з двома смугами пропускання. Так, в результаті проведених розрахунків та моделювання в системах електромагнітного аналізу електронних пристроїв, нами було запропоновано конструкцію двосмугового фільтра з центральними частотами 8,1 та 12,2 ГГц та смугами пропускання в 7,3 та 2,8% відповідно.

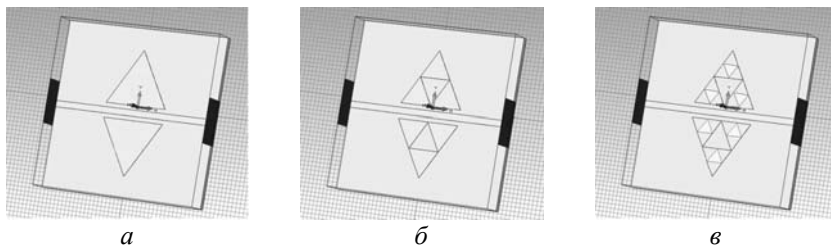


Рисунок 1. СЗФ на трикутних резонаторах з фрактальною геометрією:
a – нульова ітерація; *б* – перша ітерація; *в* – третя ітерація.

Розрахунки смугопропускаючого фільтра на основі шпилькових резонаторів [2] з використанням фрактальної геометрії (рис. 2) дали наступні результати. При збільшенні номеру ітерації відбувається зміщення другої смуги пропускання з частоти $2f_0$ до частоти $1,8f_0$ та $1,5f_0$ при нульовій, першій та другій ітерації відповідно. При цьому також спостерігається зниження рівня сигналу на другій смузі пропускання.

¹ канд. техн. наук, доц. каф. ІТЕЗ ЗНТУ

² асист. каф. ІТЕЗ ЗНТУ

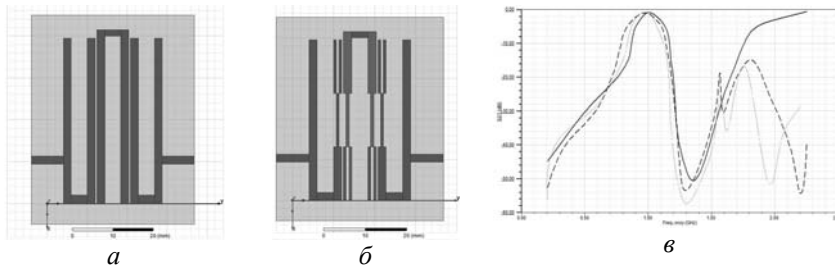


Рисунок 2. СПФ на шпилькових резонаторах з фрактальною геометрією: *a* – нульова ітерація; *б* – перша ітерація; *в* – АЧХ проаналізованих СЗФ: суцільна лінія – нульова ітерація, пунктирна лінія – перша ітерація, штрихпунктирна лінія – друга ітерація

Відповідно до отриманих результатів, можна зробити висновок щодо проектування мікросмужкових фільтрів з використанням фрактальної геометрії при необхідності отримання двох смуг пропускання (загородження) так, щоб друга смуга пропускання мала центральну частоту нижче за $2f_0$, причому номер ітерації фрактальної реалізації тим більший, чим нижча центральна частота другої смуги пропускання (загородження).

Також фрактальна геометрія при проектуванні мікросмужкових фільтрів може застосовуватися для зниження рівня паразитних смуг, при цьому таке рішення конструкції фільтра відрізняється відсутністю необхідності збільшення габаритних розмірів фільтра в цілому. Використання фрактальної реалізації фільтрів має обмеження, пов'язані із можливістю технологічної реалізації окремих елементів топології.

Список літератури

1. Потапов, А.А. Фракталы, скейлинг и дробные операторы в физике и радиотехнике / А.А. Потапов // Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, 2009. – с. 64 – 108.
2. Baral, R.N. Design of microstrip band pass fractal filter for suppression of spurious band [Текст] / R.N. Baral, P.K. Singhal. // Radioengineering. – 2008. – Vol. 17, №4. – P.34–38

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ПОШУКУ РІШЕНЬ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗКУ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ ШЛЯХОМ ПОПЕРЕДНЬОЇ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ

Значним недоліком використання генетичних алгоритмів для пошуку рішень є значні вимоги до апаратного забезпечення та витрати часу. Крім того, особливістю генетичних алгоритмів, що інколи приводить до незадовільних результатів, є скочування до локальних мінімумів. Використання попередньої кластеризації дозволить розв'язати ці проблеми. Кластеризація може бути реалізована різними способами [1]. Проте, на нашу думку, найбільш перспективним є використання самоорганізаційних карт Кохонена для виконання кластеризації.

Самоорганізаційна карта Кохонена (СОК) складається із компонентів, що називаються вузлами або нейронами, кількість яких визначається користувачем. Кожен із вузлів описується двома векторами. Перший – вектора ваги m , що має таку ж розмірність, що і вхідні дані. Другий – вектор r , що представляє собою координати вузла на карті. Заздалегідь відома розмірність вхідних даних, за нею деяким чином будується початковий варіант карти. В процесі навчання вектори ваги вузлів наближуються до вихідних даних. Для кожного спостереження обирається найбільш подібний по вектору ваги вузол, і значення його вектора ваги наближається до спостереження. Також до спостереження наближаються вектори ваги декількох вузлів, розташованих поряд. Таким чином, якщо в множині вихідних даних два спостереження були схожими, на карті їм будуть відповідати близькі вузли. Циклічний процес навчання, що перебирає вхідні дані, завершується при досягненні картою допустимої раніше заданої користувачем похибки, або при здійсненні заданої кількості ітерацій. Після цього може бути запущений механізм реалізації пошуку мінімуму з використанням генетичного алгоритму.

Параметри карт Кохонена включають в себе розмірність масиву нейронів, кількість нейронів в кожному вимірі, закон стиснення околу та швидкість навчання. Кількість нейронів в реальних нейронних мережах, що реалізовані на базі відомих програмних пакетів, зазвичай не перевищує декілька сотень, а частіше складає одиниці та десятки. В

¹ асист. каф. ІТЕЗ ЗНТУ

² ст.викл. ТДАТУ

розробленій системі ця величина рівна $5n$, де n – кількість геометричних розмірів, що будуть задіяні в оптимізації. Швидкість навчання – управляючий параметр деяких алгоритмів навчання, який контролює величину кроку при ітераційній корекції ваг. Параметрами, що визначають швидкість навчання карти Кохонена, є форма комірки; епоха, по досягненню якої навчання буде завершено; спосіб початкової ініціалізації; тип функції сусідства; кількість кластерів. Загалом комірки можуть бути прямокутними або шестикутними. Шестикутні комірки більш коректно відображають відстань між об'єктами на карті, оскільки для таких комірок відстань між центрами суміжних комірок однакова. Тому в модулі для проведення кластеризації розробленого програмного комплексу ми застосовуємо комірки шестикутної форми.

Епоха, по досягненню якої навчання буде завершено, залежить від складності задачі, що вирішується. Тому для подальшої оптимізації топологій, для яких існує точні математичні моделі та методи розрахунку (відрізок одиночної МСЛ, відрізок зв'язаних МСЛ, щілина в МСЛ, поворот МСЛ тощо), задається значення епохи, рівне 300. У випадках, коли аналізуються більш складні топології, значення епохи задається рівним 500. Користувачем може бути визначено інші значення цього параметра, проте його збільшення призводить до зростання терміну обчислень без значного уточнення отриманих результатів.

Тип функції сусідства у загальному випадку може бути прямокутним або Гаусового типу. На відміну від прямокутного сусідства, рівень адаптації при сусідстві Гаусового типу залежить від значення функції Гауса. Ця функція є опуклою, що призводить до більш швидкого топологічного впорядкування, оскільки вона не містить метастабільних станів. Тому Гаусове сусідство дає кращі результати навчання.

Застосування самоорганізаційних карт Кохонена для попередньої кластеризації з використанням наведених рекомендацій перед запуском генетичного алгоритму пошуку рішень дозволить уникнути скочування результатів розрахунків до локальних мінімумів, прискорити розрахунки, отримати більш точні результати та застосувати розпаралелювання при проведенні обчислень [2].

Список літератури

1. Вятчин, Д.А. Нечёткие методы автоматической классификации [Текст]: / Д.А.Вятчин. – Минск: Технопринт, 2004. – 219 с.
2. Сіциліцин, О.Ю. Розпаралелювання генетичних алгоритмів з використанням карт Кохонена [Текст] / О.Ю. Сіциліцин, Н.І. Фурманова // «Інформатика, математика, автоматика – 2014»: Матеріали та програма науково-технічної конференції (Суми, 21–26 квітня 2014 року). - с. 90

ДОСЛІДЖЕННЯ МАСОГАБАРИТНИХ І ТЕПЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК БЛОКІВ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ АПАРАТІВ З ПРИРОДНИМ ПОВІТРЯНИМ ОХОЛОДЖЕННЯМ

Швидкий розвиток радіоелектронних систем супроводжується підвищенням їх продуктивності, швидкодії і зростанням питомих теплових потоків, що висуває задачі забезпечення теплових режимів в число найважливіших при розробці радіоапаратури [1]. Оцінка теплових режимів розповсюдженими на сьогоднішній день методами проводиться зі значними похибками, що викликає необхідність в проведенні експериментальних досліджень. Ситуація змінилася з появою програмних засобів інженерного аналізу, таких, як Solid Works [2]. Використання цих засобів дозволило провести дослідження теплових характеристик, наприклад, герметичних блоків радіоелектронної апаратури та розробити метод оптимізації цих блоків [3]. Для дослідження найпоширеніших конструкцій блоків з природним повітряним охолодженням такі засоби ще не використовувалися.

Метою роботи є дослідження масогабаритних і теплових характеристик блоків радіоелектронної апаратури при природному повітряному охолодженні за допомогою програмних засобів інженерного аналізу. Досліджуваний блок має прямокутну форму. Друковані плати розташовувалися вертикально. Перфораційні отвори знаходилися на верхній і нижній кришках корпусу. Всі електрорадіоелементи займали площу $S_3 = 0,033 \text{ м}^2$. Моделювання теплового режиму блоків проводилося при кількості плат $n = 3$. На кожній друкованій платі розсіювалась потужність $P = 5 \text{ Вт}$. Розглядався рівномірний розподіл потужності по друкованим платам. Використовувалась перфораційна решітка з круглими отворами, розташування отворів пряме.

Масогабаритні характеристики досліджуваного блоку представлені на рис. 1, де: V і m – об'єм і маса блока, h_n – відстань між друкованими платами, n – кількість друкованих плат. Із рис. 1 видно, що існує оптимальна кількість плат, при якій масогабаритні показники мають мінімальні значення

¹ канд. техн. наук, доц. каф. ІТЕЗ, ЗНТУ

² аспірант каф. ІТЕЗ, ЗНТУ

³ канд. техн. наук, доц. каф. ІТЕЗ, ЗНТУ

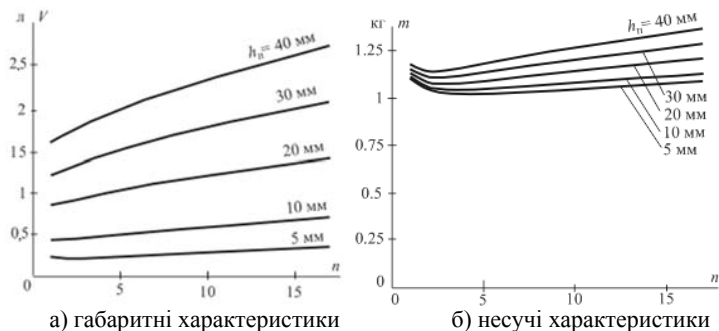


Рисунок 1. Массогабаритні характеристики блока

Теплові міжплатні та перфораційні характеристики блоків з такими параметрами приведені на рис. 2, де позначено: R_n – тепловий опір плати, K_n – коефіцієнт перфорації. Криві 1 – 4 відповідають середній платі і корпусу, інші криві – боковим платам.

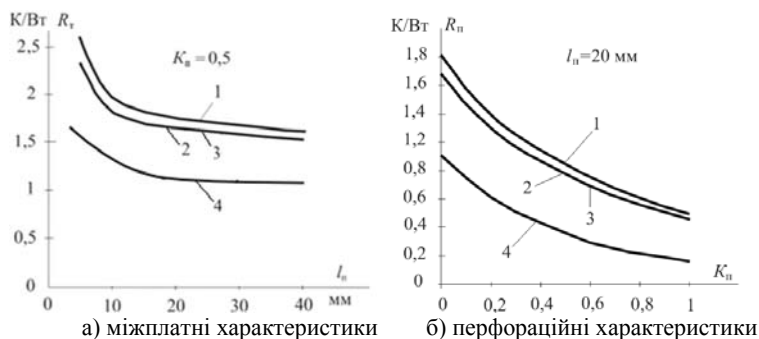


Рисунок 2. Теплові характеристики блока

Отримані характеристики можуть використовуватися при компоновці блоків радіоелектронної апаратури з природним повітряним охолодженням для вибору оптимальної кількості друкованих плат, визначення відстаней між платами і вибору коефіцієнта перфорації.

Список літератури

1. Борисов, Ю.И. Динамика радиоэлектроники [Текст] / Ю.И. Борисов. – М.: Техносфера, 2007.
2. Алямовский, А.А. Инженерные расчеты в SolidWorks Simulation / А.А. Алямовский. - М.: ДМК, 2010.
3. Шило, Г.Н. Дослідження масогабаритних і теплових характеристик герметичних блоків радіоелектронних апаратів / Г.Н. Шило, О.М. Сиротюк, О.Є. Савелло, Ю.А. Лопатка, С.К. Арешкін, М.П. Гапоненко // Радиоэлектроника. Информатика. Управление. - 2011. - № 1-2. - С. 30 – 33.

5 СЕКЦІЯ «БЕЗПЕКА ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ»

УДК 004 056

Gasitashvili Zurab¹; Iashvili Giorgi²

SOME ISSUES OF CLASSIFICATION OF THREATS AND SOURCES OF INFORMATION

The threats to information communication networks represent a global challenge and the country that does not give them proper attention could face a lot of serious problems.

Basic cyber threats to governments, state institutions, defense and law and order bodies, big business of all countries, and Georgia among them, are the following: Hacking of SQL database; Falsification of websites and IP addresses in the Internet; Destructive viruses; Stealing of secured information; Stealing of passwords, codes, IDs and other data; Destruction of networks and servers; Breaking-off the international Internet communication; Unauthorized accessibility to important information for enemies or terrorists; Covert control over ICT and Web resources of state, defense, security, commercial and other bodies.

There exist a lot of other technological and electronic threats of different origin and levels, but the above-listed ones are the most adequate to the state of the arts in our country, which appeared to be unprepared for recent cyber attacks.

This made it evident that country's information communication networks were unsecured and unstable and that the existing cyber security level of both state and other institutions was inadequate and was falling behind the International Standards.

In general, the information threat may be defined as such an event occurred in the information communication network at a certain moment and a certain stage that resulted in an adverse effect on the information.

The information threats are diverse. They are distinguished by their origin, location, character, form and other criteria.

Noteworthy is the approach to classification of information threats which involves distinguishing these threats by the methods of exerting adverse effects on the information. According to this approach, there are four groups of threats: 1. Physical; 2. Organizational; 3. Information; 4. Software-mathematical.

¹ Gasitashvili Zurab –Professor, Deputy Head of Georgian Technical University

² Iashvili Giorgi –PhD Student, Georgian Technical University

It should be pointed out that the identification and classification of threats and the investigation of their sources are not only topical, but also essential for development designing and realization of relevant measures, facilities and systems for providing the information space security.

The classification of threats to country's information space provides the basis for determining the desired directions of information security.

They use different approaches to the classification of threats by different criteria such as the threat type, the degree of malicious intent (malice prepense), the location of threat occurrence, its causes etc

The origin of information threats may be of two types: 1. Random and 2. International and the conditions of threats occurrence are divided into two groups: 1. Objective and 2. Subjective.

The sources of threats may be: 1. People; 2. Engineering facilities; 3. Software, algorithms, models; 4. Information processing technologies; 5. The environment.

The distinguish the following types of violations: violation of the physical integrity of information, violations of the logical structure, meaning and confidentiality of information and copyright violations.

Each type of above-mentioned threats must be characterized separately. Based on the classification of threats described above, we have worked out a structural-functional scheme of threats to information communication and computer networks.

The scheme is intended for aiding in the development of the security program for country's information space.

References:

1. Щербаков А.Ю. «Современная компьютерная безопасность. Теоретические основы. Практические аспекты» – М. Книжный мир, 2009;
2. Петренко С.А., Курбатов В.А. «Политики информационной безопасности» М. Компания АйТи, 2006;
3. Безопасность информационных технологий (Выпускается МИФИ.);
4. Проблемы информационной безопасности.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЧЕПОДОБНЫХ ПОМЕХ

Среди множества работ, освещающих активные методы защиты речевой информации – активной маскировки речевого сигнала помехой, - особое место занимают методы, в которых используется так называемая «речеподобная помеха», обеспечивающая высокую эффективность защиты в сочетании с достаточным уровнем комфортности сторон, участвующих в речевой коммуникации. В относительно нечастых публикациях, касающихся самых разных аспектов применения речеподобных помех, рассматриваются способы применения речеподобных помех в конкретных (типовых) условиях, оцениваются уровни помех, гарантирующие надежную защиту речевого сигнала и т.п. Однако в целом все эти сведения получены в результате проведения серий отдельных самостоятельных исследований, выполняемых вне рамок какой-либо общей методологии, и поэтому носящих фрагментарный, отрывочный характер.

Ниже изложены результаты экспериментального исследования несколько вариантов генерации речеподобных помех.

Речеподобные помехи формировались путем многократного повтора со сдвигом по временной оси на 0,1 мс записи речевого сообщения конечной продолжительности с последующим аддитивным наложением этих речевых фрагментов друг на друга («речевой хор»). В качестве исходного речевого сообщения использовались начитанные диктором тексты артикуляционных таблиц или отрывков из художественных произведений. Для начала было сформировано 3 речеподобные помехи:

1. Речеподобная помеха, составленная наложением текстовых фрагментов начитанных женским голосом артикуляционных таблиц (условия формирования: 10 повторов со сдвигом каждого по временной оси на 0,1 мс относительно предыдущего).

2. Речеподобная помеха, состоящая из начитанного тем же женским голосом, что и артикуляционные таблицы, текста художественного произведения (условия формирования те же).

3. Речеподобная помеха, состоящая из начитанного мужским голосом текста художественного произведения (условия форм- ия те же).

Оценивание эффективности речеподобных помех осуществлялось путем проведения артикуляционных испытаний, в ходе которых аудиторю предлагались для распознавания записи тестовых фрагментов речевой

¹ д. т. н., профессор

² аспирантка кафедры Информационной безопасности, Физико-технического института НТУУ «КПИ»

информации (произнесенных слов) с аддитивно наложенным на них шумом, имитирующим влияние маскирующей помехи. Собственно тест – начитанным женским голосом артикуляционные таблицы слов по 50 слов в каждой [1].

Чтение слов осуществлялось ровным голосом при нормальном темпе речи, средней громкости и интервале между словами $1 \pm 0,1$ с. Диктор выдерживал ровный темп на протяжении всего чтения таблиц. Материалы записывались на электронный носитель в звукозаписывающей студии. Записи прослушивали 4 аудитора без выраженных дефектов слуха – двое мужчин и двое женщин среднего возраста (27 и 30 лет), которые не проходили специальной тренировки. Прослушивались отрезки зашумленного текста по 50 слов. Через 3–4 слова делались паузы. Полученные результаты приведены в табл.1. Для объективного анализа эффективности речеподобных помех осуществлялось их сопоставление с результатами зашумления теста помехой вида «белый шум». Как видим, речеподобная помеха, сформированная многократным наложением текста художественного произведения, дает результаты, сопоставимые с воздействием белозумовой помехи, имеющей на порядок большую амплитуду.

Таблица 1. Результаты эксперимента

Шум	Количество слов								Всего сл.
	женщина		мужчина		женщина		мужчина		
	полн	част	полн	част	полн	част	полн	част.	
Белый – 11Дб	3	5	1	4	4	0	2	5	100
Реч. п. –15 Дб	31	7	24	17	38	13	23	10	
Реч. п. текст, ж.г.39 Дб	4	4	2	5	2	3	3	2	
Реч. п. текст, м.г 11 Дб	6	5	8	4	7	2	3	3	

Список литературы

1. Архипов А.Е., Архипова Е.А. Анализ и моделирование результатов артикуляционных испытаний // Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні. Київ – 2010р, випуск 1(25).– с. 21–27.

МЕТОДОЛОГИЯ SAMM: ПОСТРОЕНИЕ СТРАТЕГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ

SAMM (Software Assurance Maturity Model) – это открытая методология, призванная помочь организациям в формулировании и внедрении стратегии обеспечения безопасности программных систем, на основании определенных рисков [1]. Целью исследования является анализ структуры методологии и возможности её применения в реальных условиях и проектах.

Данные статистики [2] позволяют оценить состояние безопасности современных веб-приложений. Сегодня веб-приложения – это один из наиболее простых, удобных и универсальных способов предоставить конечному пользователю доступ к практически любой программной системе – от популярной социальной сети до автоматизированной системы управления технологическими процессами в организации. Независимо от типа и специализации, любая программная система имеет определенный цикл разработки, или жизненный цикл.

Цикл разработки программных систем обычно состоит из множества этапов. Анализ рассматриваемой методологии показал, что наибольшую результативность и эффективность SAMM обеспечивает при условии наличия в цикле разработки четырех основных этапов: планирование, реализация, тестирование и развертывание. Подобная структура цикла разработки характерна для организаций, основным видом деятельности которых является разработка и сопровождение программного обеспечения. Тем не менее, рассматриваемая методология составлена таким образом, что её практики могут быть применены к отдельному этапу. Это позволит обеспечить определенные гарантии информационной безопасности на выбранном этапе. Такой подход может быть интересен независимым инженерам-разработчикам, задачи которых лежат на уровне конкретного этапа разработки.

Методология SAMM опеределеляет 4 основных бизнес-функции, каждая из которых представляет собой категорию задач, связанных с этапами разработки программного обеспечения:

1. Управление.
2. Конструирование.
3. Верификация.

¹ ассист. ЗНТУ

4. Развертывание.

Для каждой из перечисленных бизнес-функций методология определяет 3 практики обеспечения безопасности – области задач, которые обеспечивают определенные гарантии безопасности для заданной бизнес-функции. Таким образом, всего определено 12 практик:

1. Стратегия и метрики.
2. Соблюдение политик.
3. Обучение и консультации.
4. Оценка угроз.
5. Составление требований к безопасности.
6. Защищенная архитектура.
7. Анализ проекта.
8. Инспекция кода.
9. Тестирование безопасности.
10. Управление уязвимостями.
11. Повышение надежности среды.
12. Подготовка операционной среды.

Каждая из перечисленных выше практик имеет 3 определенных уровня зрелости и неявный нулевой уровень:

1. Уровень «0» – неявная точка отсчета, которая указывает на то, что практика еще не применяется.
2. Уровень «1» – базовое понимание практики и её выборочное применение.
3. Уровень «2» – повышение результативности/эффективности от применения практики.
4. Уровень «3» – всеобъемлющее освоение и применение практики.

Такая структура методологии обладает достаточной гибкостью для её применения в организациях малого, среднего и крупного бизнеса, независимо от принятого стиля разработки. Указанная модель может применяться на уровне всей организации, на уровне отдельного вида деятельности, либо на уровне отдельно взятого проекта.

В будущем планируется проведение более детального анализа каждой из 12 практик SAMM с обзором существующих сегодня инструментов реализации задач.

Список литературы

1. Software Assurance Maturity Model: A guide to building security into software development Режим доступа: <http://www.opensamm.org/downloads/SAMM-1.0.pdf>
2. OWASP Top 10 – 2013: The Ten Most Critical Web Application Security Risks. Режим доступа: <http://owasptop10.googlecode.com/files/OWASP%20Top%2010%20-%202013.pdf>

**АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМОВ
СТАНДАРТА ЕЦП ДСТУ 4145 В ТЕХНОЛОГИИ CUDA
ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЯХ БАЗОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

По итогам предыдущих исследований и проведенных экспериментов, целью которых была оценка эффективности применения программно-аппаратной архитектуры CUDA для решения задач криптографии и криптоанализа, была разработана библиотека длинной арифметики CudaMPZ, а также основанная на ней библиотека криптопримитивов, включающая в себя арифметику эллиптических кривых над полями Галуа характеристики 2. Тот факт, что современный украинский стандарт цифровой подписи ДСТУ 4145-2002 основан на арифметике эллиптических кривых, подтверждает актуальность исследований в этой области, а интенсивное развитие технологий массивно-параллельных вычислений на графических ускорителях и успехи данной платформы обязывают нас более детально исследовать целесообразность ее применения для нужд криптографии.

Эффективность реализации различных методов вычислений на графических ускорителях зависит от ряда технических факторов, преимущественно связанных с особенностями доступа вычислительных ядер к памяти. При этом играет роль не только количество обращений к памяти и объем получаемых данных, но и порядок выборки этих данных. Таким образом, тщательная проработка технических нюансов реализации играет критическую роль в обеспечении эффективности всей системы.

Эллиптические кривые могут быть представлены в различных системах координат, а также использовать различные базисы. Каждый из этих факторов оказывает влияние на сложность выполнения тех или иных математических операций, а также на способы представления данных в памяти вычислительной машины. Это, в свою очередь, влияет на частоту и порядок обращений к памяти в процессе вычислений и на степень параллелизма алгоритмов, что в случае с вычислениями на графических ускорителях, может сыграть фатальную роль в отношении производительности вычислительной системы.

¹ Аспірант ЗНТУ

² Доцент ЗНТУ

³ Senior VP US, CastleDigital Inc., US

⁴ Head of Mobile, CastleDigital Inc., US

Таким образом, целью данной работы стал выбор наиболее подходящих для анализируемой программно-аппаратной платформы базиса представления элементов основного поля и системы координат, используемых для представления точек эллиптической кривой.

Первая часть работы посвящена оценке производительности вычислительной системы при использовании различных базисов представления элементов основного поля. К рассмотрению были приняты следующие типы базисов:

- полиномиальный базис;
- оптимальные нормальные базисы;
- гауссовы нормальные базисы.

Вторая часть работы посвящена сравнению производительности вычислительной системы при использовании различных систем координат для представления точек эллиптической кривой. К рассмотрению были приняты следующие системы координат:

- аффинные координаты;
- проективные координаты;
- якобиановы координаты;
- координаты Чудновского;
- координаты Лопеса-Дахаба.

В докладе представлены сравнительные характеристики производительности различных операций для каждого из перечисленных базисов в различных системах координат, оценка эффективности работы с оперативной памятью, а также проведен анализ полученных результатов исходя из особенностей архитектуры графических ускорителей.

Полученные в результате исследований данные были использованы при реализации библиотеки криптопримитивов, целью которой является повышение производительности и удешевление ресурсоемких вычислений в области криптографии и криптоанализа, а также оценка устойчивости современных криптосистем в контексте развития концепции массивно-параллельных вычислений на графических ускорителях. Следующим этапом данной работы будет применение разработанных технологий в задачах вычисления точек эллиптических кривых и криптоанализа, а также сравнение производительности полученных вычислительных систем и оценка перспектив их развития.

СПЕКТРАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТЕГАНОГРАМ**Вступ**

Для несанкціонованої передачі конфіденційної інформації в мережі Інтернет все більше використовуються стеганографічні канали. Відсутність узагальнених методів пасивного стегоаналізу суттєво ускладнює задачу розпізнавання стеганограм, оскільки при вбудовуванні повідомлень в файл-контейнер можуть використовуватися різні алгоритми обробки як контейнеру, так і стегоданих. Тому актуальною і важливою є задача виявлення стеганограм у випадку відсутності апріорних даних щодо використаного стегокодеру та стегоключа.

В якості контейнерів для приховання повідомлень широко використовуються мультимедійні дані, зокрема цифрові зображення (ЦЗ). Формування стеганограм шляхом вбудовування стегоданих в області перетворення контейнеру (ОПК), дозволяє забезпечити високу стійкість прихованих повідомлень до відомих методів пасивного та активного стегоаналізу.

Виявлення стеганограм може проводитися різними методами, наприклад, з використанням стегодетекторів (СД). Використання розширених моделей контейнеру [1], які враховують значну кількість характеристик ЦЗ (наприклад, 12753 ознак для SPAM-MINMAX моделі [1]), дозволяє забезпечити досить високу точність роботи СД, але при цьому суттєво зростає об'єм навчальної вибірки ЦЗ та час налаштування СД. Для зменшення розмірності простору ознак ЦЗ, при забезпеченні заданої точності роботи СД, представляє інтерес визначення кластерів характеристик контейнерів, які зазнають найбільших змін при вбудовуванні стегоданих.

Для вирішення поставленої задачі запропоновано використовувати спеціальні методи структурного та спектрального аналізу ЦЗ [2], так як класичні методи обробки зображень для випадку вбудовування стегоданих в ОПК, особливо при попередній обробці контейнеру/стегоданих, виявилися не ефективними [3].

Метою роботи є дослідження спектральних характеристик стеганограм з даними, вбудованими в ОПК, використовуючи аналіз спектру сингулярностей (АСС) та мультифрактальний аналіз (МФА).

¹ студентка Фізико-технічного інституту, НТУУ «КПІ».

² к.т.н., доцент Фізико-технічного інституту, НТУУ «КПІ».

³ аспірант Фізико-технічного інституту, НТУУ «КПІ».

Отримані результати

Спектральний аналіз стегограм проводився на тестовому пакеті зі ста ЦЗ з роздільною здатністю UHD-4K (3840x2160 пікселів). В якості стегоданих були використані ЦЗ з різним ступенем деталізації (карта, креслення та портрет). Вбудовування повідомлень в ОПК проводилося згідно методу Дея з використанням дискретного вейвлет перетворення [4]. Ступінь заповнення контейнеру стегоданими варіювалася у межах від 5% до 25% (з кроком 5%) та від 35% до 95% (з кроком 10%). Ваговий коефіцієнт G , що використовувався для варіації ступеня візуальних змін ЦЗ при вбудовуванні стегоданих, змінювався в межах від 0,02 (вбудовування стегоданих на рівні спектральної щільності шумів контейнеру) до 0,08 (поява візуальних спотворень контейнеру) з кроком 0,02.

В роботі, використовуючи результати АСС (кореляційну матрицю компонент розкладу ЦЗ) та МФА (спектр узагальнених фрактальних розмірностей Реньє та мультифрактальний спектр) чистих контейнерів та стегограм, визначені демаскуючі ознаки приховання повідомлень в ОПК.

Висновки

Встановлено, що аналіз спектральних характеристик стегограм з використанням АСС та МФА дозволяє виявляти наявність вбудованих повідомлень при ступені заповнення контейнеру стегоданими більше 10%.

Список літератури

1. Fridrich J. Rich Models for Steganalysis of Digital Images / Fridrich J., Kodovsky J. // IEEE Transactions on Information Forensics and Security. – Vol. 7, No. 3. – 2012. – pp. 868–882;
2. Прогонов Д.О. Виявлення стегограм з даними, прихованими в області перетворення цифрових зображень. / Прогонов Д.О., Куш С.М. // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Серія – Радіотехніка. Радіоапаратобудування. – № 57, 2014. – с.128–142;
3. Прогонов Д., Куш С. Варіограмний аналіз стегограм. – Матеріали III-ої Міжнародної науково-технічної конференції «Захист інформації і безпека інформаційних систем». – Львів: Українська академія друкарства, 2014. – с. 84–85;
4. Dey N. A novel approach of color image hiding using RGB color planes and DWT / Dey N., Roy A.B., Dey S. // International journal of computer application. – Vol. 36, No.5 – 2011. – p.19–24.

АППАРАТНОЕ УСКОРЕНИЕ ЗАДАЧ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА БАЗЕ ПЛИС С ПРИМЕНЕНИЕМ ГРИД-ВЫЧИСЛЕНИЙ

Рост сложности и количества атак информационной безопасности при постоянном увеличении объемов передаваемых данных приводит к тому, что программная реализация систем защиты становится все более проблематичной, усугубляясь достигнутым недавно технологическим пределом роста тактовой частоты микропроцессоров. В этой связи растет интерес к цифровым устройствам на базе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС), обеспечивающих быстроедействие, близкое к аппаратному, но обладающих высокой гибкостью и универсальностью.

Одной из первых приложений компьютерной безопасности, для которой начали активно использоваться аппаратные решения, стали сетевые системы обнаружения вторжений (ССОВ) [1]. Известны также работы по аппаратному ускорению средств противодействия сетевым червям, вирусам, и DDOS-атакам [2]. Анализ информационных источников свидетельствует о возросшей за последнее десятилетие активности исследований в данной области. Публикуется большое количество англоязычных работ по созданию устройств на базе ПЛИС, ориентированных на ускорение решения задач защиты информации. Однако, в отечественной литературе подобные публикации, фактически, отсутствуют.

В настоящей работе проведен обзор накопленного в мире опыта применения ПЛИС для решения задач информационной безопасности, проанализированы возникающие при этом проблемы, предложены варианты их решения, в частности, с применением грид-вычислений.

В системах обнаружения вторжений и противодействия вирусам, работа которых основана на распознавании сигнатур известных вредоносных атак или объектов, требуется с высокой скоростью одновременно распознавать тысячи образцов текстовых строк (паттернов) в интенсивном потоке данных [3]. Классическим решением данной задачи считается алгоритм Ахо–Корасик, имеющий множество модификаций и доработок. Суть алгоритма заключается в построении цифрового автомата, на вход которого в процессе распознавания последовательно, символ за символом, поступает информация. В зависимости от входных

¹ канд.техн.наук, ст.науч.сотр. Института проблем моделирования в энергетике им. Г.Е. Пухова НАН Украины, г.Киев

данных автомат переходит из одного состояния в другое, и, в случае наличия в них искомой строки, сигнализирует об этом. Таким образом, набор распознаваемых образцов оказывается аппаратно «вшитым» в вычислительную структуру распознающего устройства. Помимо статических паттернов в ССОВ используются регулярные выражения, позволяющие описывать отклонения известных сигнатур в широких пределах от жестко заданной формы. Для их распознавания разработан и развивается соответствующий математический аппарат, также основанный на цифровых автоматах.

Одним из недостатков рассмотренных выше подходов является необходимость ресурсоемкой процедуры предварительной обработки базы данных сигнатур, в результате выполнения которой синтезируется требуемая вычислительная структура, которая будет загружена в ПЛИС системы безопасности. В связи с появлением новых атак состав базы сигнатур периодически меняется, из-за чего данную процедуру необходимо выполнять заново. Этот недостаток существенно усложняет процесс использования аппаратно реализованных систем обнаружения вторжений, снижает их эксплуатационные качества.

В настоящей работе в качестве решения предлагается использование ресурсов распределенных высокопроизводительных вычислительных систем типа грид. Развитием таких систем в настоящее время активно занимаются специалисты во всем мире, включая Украину [4].

Использование специальным образом созданных централизованных сервисов грид-сети позволит сократить временные затраты на обслуживание ССОВ за счет разделения одних и тех же вычислительных ресурсов для большого числа клиентских систем безопасности аналогично тому, как в популярных антивирусных системах централизованно раздаются обновления.

Список литературы

1. Коростиль Ю.М., Гильгурт С.Я. Принципы построения сетевых систем обнаружения вторжений на базе ПЛИС // Моделювання та інформаційні технології. Зб. наук. пр. ІПМЕ НАН України. – Київ, 2010. – Вип. 57. – С. 87–94.
2. Chen H., Chen Y., Summerville D.H. A Survey on the Application of FPGAs for Network Infrastructure Security / IEEE Communications Surveys and Tutorials, 2011, pp.541–561.
3. Давиденко А.Н., Гильгурт С.Я. Алгоритмы распознавания строк в системах обнаружения вторжений на ПЛИС // Моделювання та інформаційні технології. Зб. наук. пр. ІПМЕ НАН України. – Київ, 2010. – Вип. 58. – С. 103–109.
4. Украинский академический грид/А.Г. Загородний, Г.Е. Зиновьев, Е.С. Мартынов, С.Я. Свистунов – Українсько-македонський науковий збірник.: Випуск 4, Київ – 2009, Вид. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського, С.140–150.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ДВУХФАКТОРНОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ

Существующие системы аутентификации базируются на предъявлении пользователем компьютеру статической пары идентификатор/пароль. Однако в таком случае пары могут быть скомпрометированы из-за халатности пользователей или возможности подбора паролей злоумышленником [1–4]. Значительные интервалы времени, в течение которых пароль и идентификатор остаются неизменными, позволяют применить различные методы их перехвата и подбора. Для повышения защищенности компьютерной системы администраторы ограничивают срок действия паролей, но в типичном случае этот срок составляет недели и месяцы, что вполне достаточно для злоумышленника. Радикальным решением является применение двухфакторной аутентификации, когда система просит пользователя представить ей «то, что ты знаешь» (имя и, возможно, некий PIN-код), и «то, что у тебя есть» – какой-либо аппаратный идентификатор, ассоциирующийся с этим пользователем [1, 2].

Проведенный анализ показал, что двухфакторная система безопасности основана на том, что пользователь, кроме того, что знает пароль доступа к определенному имени пользователя («логину»), – владеет и инструментом для получения соответствующего ему ключа доступа. Последним может служить сохраненный на компьютере электронный сертификат безопасности либо пришедший на личный телефон СМС с кодом подтверждения, либо же отпечаток пальца, снятый считывающим электронным устройством [1]. В банковских системах, как правило, применяются системы двухфакторной аутентификации, основанные на одноразовых e-mail- или sms-паролях и различные типы токенов. Для ее реализации используются различные виды генераторов OTP. Генератор OTP представляет собой автономный портативный электронный прибор, способный генерировать и отображать на встроенном ЖК-дисплее цифровые коды. Для семейства устройств Digipass компании VASCO механизм генерации одноразовых паролей основан на криптографическом TripleDES-преобразовании набора данных, состоящего из 40 бит текущего времени и 24-битового вектора данных, уникальных для каждого идентификатора доступа. Полученный результат преобразования виден на дисплее в виде шести или восьми десятичных цифр, визуально считывается пользователем и вручную вводится как пароль в ответ на запрос прикладных программ об

¹ к.т.н., доцент кафедры информационных систем Харьковский национальный экономический университет им. Семена Кузнеця

аутентификации. Периодичность смены паролей при этом составляет 36 с, таким образом, пользователь получает действительно одноразовый пароль для входа в систему [4].

Перспективным направлением, по мнению ученых Кембриджского университета, университета Бирмингема и университета Стелленбош, является аутентификация на основе PassWindow. PassWindow является способом обеспечения двухфакторной аутентификации в онлайн среде. Она включает в себя две части матрицы – физический ключ с печатным рисунком на переносной пластиковой пластине и цифровой шаблон штрих-кода представленный в виде изображения на обычном электронном экране, например, на дисплее ноутбука или мобильного устройства.

Они генерируют пользователю уникальный одноразовый пароль и набор цифр для отдельной транзакции, когда накладываются друг на друга. Этот пароль затем используется для онлайн-аутентификации и проверки подлинности транзакций. Информация о конкретной транзакции включена в эти цифры, такая как номер предполагаемого счета или суммы транзакции, что позволяет пользователю визуально подтвердить подлинность принятого запроса на аутентификацию. Эти особенности делают PassWindow одним из очень немногих доступных в настоящее время механизмов аутентификации, которые предлагает надежную и достоверную защиту от новейших сетевых угроз безопасности «атак посредника» (MITM) [4]. Проведенный анализ методов двухфакторной аутентификации показал, что практически все системы в своей основе используют криптографические алгоритмы (таблицы) и подвержены как традиционным атакам на криптографические процедуры, так и атакам, на основе социальной инженерии, и не в полном объеме обеспечивают безопасность их использования в банковских системах. Особое место среди них занимает система двухфакторной аутентификации PassWindow, основанная на использовании штрих-кодов для формирования аутентификатора, что эффективнее других противостоит современным онлайн-атакам.

Список литературы

1. Двухфакторная Аутентификация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aladdin-rd.ru/solutions/authentication/>
2. Настройка двухфакторной аутентификации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://support.citrix.com/proddocs/topic/web-interface-impington/nl/ru/wi-configure-two-factor-authentication-gransden.html?locale=ru>
3. Семь методов двухфакторной аутентификации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.infosecurityrussia.ru/news/29947>
4. Двухфакторная аутентификация при удаленном доступе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://itc.ua/articles/dvuhfaktornaya_autentifikaciya_pri_udalennom_dostupe_23166/

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ГРУПП КОС В КРИПТОАЛГОРИТМАХ

Группы кос (braid groups) являются одним из возможных базисов для построения криптографических систем. Представление группы кос – это метод преобразования топологии косы в матричную форму с сохранением свойств групповой операции. От выбора конкретного метода представления зависят требования к ресурсам вычислительных систем и время, необходимые для выполнения криптоалгоритма. Так же от представления зависит, какие атаки будут более эффективны для раскрытия ключей шифрования или ЭЦП.

Первое известное представление групп кос предложено немецким математиком Эмилем Артином. Его назначение – решение задачи равенства кос. При этом свойства группы не сохранялись, из-за чего данное представление не пригодно для построения криптоалгоритмов.

Представление Бурау считается самым быстрым из предлагаемых для использования в криптографии. Оно сохраняет размерность матриц независимо от длины косы (количества образующих в слове косы) и от повторяемости образующих. Полученные матрицы подчиняются тем же правилам умножения, что косы. К сожалению, уже доказано, что представление Бурау является точным лишь для групп B_n ($n \leq 3$) и неточным для всех $n \geq 5$. Точность для $n=4$ не доказана до сих пор.

Теоретически, влияние ошибки можно уменьшить, увеличивая количество нитей n и уменьшая длину косы L , но это приведёт к увеличению размера матриц, тем самым экспоненциально увеличивая нагрузку на вычислительную систему, при этом исключить возникновение ошибки невозможно. Введение же дополнительных операций по проверке равенства сгенерированных ключей может или усложнить протокол, или уменьшить его криптостойкость. Поэтому представление Бурау не рекомендуется для применения в криптосистемах.

Наиболее точным является представление Лоуренс-Крамера, независимо от количества нитей или длины косы. Однако, размер матриц растёт экспоненциально от индекса n . Если считать минимально приемлемой криптостойкость системы с параметрами $n=48$ и $L=3$, то

¹ ассист. каф. ЗИ ЗНТУ

² канд. физ-мат. наук, доц. каф. ЗИ ЗНТУ

размерность матриц будет составлять 1128×1128 . Учитывая, что тип данных в матрицах – символьный (каждый ненулевой элемент матрицы – полином от двух переменных), то вычисление операций потребует значительно больших ресурсов, чем используемые сегодня алгоритмы с целочисленными типами данных.

На данный момент не известно такое представление, которое бы позволяло точно задавать группы кос, не вносило уязвимостей в криптоалгоритм, а также обеспечивало приемлемую скорость вычисления. Тем не менее, нахождение такого представления позволило бы реализовать перспективные возможности некоммутативных групп в криптографии.

Список литературы

1. Lee E. Cryptanalysis of the public-key encryption based on braid groups / E. Lee, J. H. Park // EUROCRYPT 2003, volume 2656 of Lecture Notes in Comput. Sci. – 2003. – С. 477-490.
2. US 7725724 B2 USA Digital Signature Method Based on Braid Groups Conjugacy and Verify Method Thereof / Y. Ding, J. Chen, Z. Peng; assignee ZTE Corporation, Zhenzhen (CN); Date of Patent: 25.03.10.
3. Ko K. H. New Public-Key Cryptosystems Using Braid Groups / K. H. Ko, S. J. Lee, J. H. Cheon, J. W. Han, J. S. Kang, C. Park // Advances in Cryptology – Crypto 2000 / Lecture Notes in Computer Science. – 2000. – С. 166–183.
4. Cho M. S. New Signature Scheme Using Conjugacy Problem / M. S. Cho, K. H. Ko, D. H. Choi, J. W. Lee // Korea Advanced Institute of Science and Technology, Daejeon. – 2002. – 13 с.

АЛГОРИТМ ОТРИЦАЕМОГО ШИФРОВАНИЯ НА БАЗЕ КРИПТОСХЕМЫ РАБИНА

Механизм отрицаемого шифрования [1] используется для решения задач защиты систем тайного электронного голосования и усиления [2] защиты информации от несанкционированного доступа. Отрицаемое шифрование представляет собой способ защиты от принуждающих атак, в ходе которых абоненты сеанса связи вынуждены предоставить атакующему исходное сообщение, личные секретные ключи (если при шифровании использовались открытые ключи) или разделяемый секретный ключ. Рассматриваются атаки с принуждением отправителя, с принуждением получателя, с принуждением получателя и отправителя одновременно. В последнем случае защита секретного сообщения обеспечивается тем, что получатель и отправитель предоставляют атакующему фиктивное сообщение и фиктивный ключ, такие, что зашифрование фиктивного сообщения по фиктивному ключу приводит к получению ранее переданной по каналу связи криптограммы. При этом в процессе зашифрования используются случайные параметры, т.е. он имеет вероятностный характер, что приводит к тому, что размер криптограммы превышает размер фиктивного сообщения.

Недостатком известных способов отрицаемого шифрования по открытому ключу является их низкая производительность. Поэтому представляет интерес разработка относительно быстрых алгоритмов отрицаемого шифрования.

Для решения задачи эффективного отрицаемого шифрования предлагается алгоритм, основанный на модифицировании криптосхемы Рабина [3]. В криптосхеме Рабина генерируется криптограмма с неоднозначным расшифрованием, из которой восстанавливаются четыре сообщения: три случайных и одно осмысленное.

Предлагаемое модифицирование обеспечивает восстановление из криптограммы двух осмысленных, фиктивного и секретного, и двух случайных сообщений. Также обеспечивается возможность выполнения вероятностного шифрования по открытому ключу получателя сообщения.

В предложенном алгоритме секретное сообщение маскируется

¹ Козина Г. Л., к. ф.-м. н., доцент кафедры защиты информации ЗНТУ

² Молдовян Н.А., д.т.н., профессор, зав лабораторией Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук

путем возведения в квадрат по модулю открытого ключа. Считаем, что полученное значение, а также разность этого значения и фиктивного сообщения являются корнями некоторого квадратного уравнения.

Коэффициенты этого уравнения легко вычисляются по корням уравнения, и они формируют криптограмму.

Для расшифрования криптограммы получатель, используя свой секретный ключ, должен решить квадратное уравнение, составленное из элементов криптограммы. Данное уравнение имеет четыре решения, по которым формируются «претенденты» на фиктивное сообщение. Фиктивное сообщение является осмысленным и/или может содержать специфицированную метку.

Для вычисления секретного сообщения используется найденное фиктивное сообщение и секретный ключ получателя. Получатель должен решить еще одно квадратное уравнение, которое также имеет четыре корня. Решение, которое представляет осмысленный текст, и является секретным сообщением. Процедура зашифрования в предлагаемом алгоритме гораздо быстрее процедуры расшифрования. Отрицаемое шифрование является вычислительно неотличимым от вероятностного шифрования фиктивного сообщения.

Предложенный метод является достаточно производительным. Он в десятки раз более быстрый по сравнению с известными в литературе методами отрицаемого шифрования по открытому ключу и может быть положен в основу процедур, обеспечивающих стойкость ко всем видам принуждающих атак.

Список литературы

1. Ibrahim M.H. Receiver-Deniable Public-Key Encryption / Ibrahim M.H. // International Journal of Network Security. – 2009. – V.8. – No.2. – P. 159–165.
2. Березин А.Н. Способ отрицаемого шифрования / Березин А.Н., Биричевский А.Р., Молдовян Н.А., Рыжков А.В. // Вопросы защиты информации. – М.: ВИМИ, 2013. – №2. – С.18–21.
3. Сمارт Н. Криптография. – М.: Техносфера, 2005. – 528 с.

МЕТОД КАСКАДНОГО ФОРМИРОВАНИЯ МАС-КОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДУЛЯРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ MASH-1, MASH-2

Проведенные исследования показали, что использование модулярных преобразований позволяет реализовать доказуемо стойкое хеширование информации, удовлетворяющее коллизийным свойствам универсальных хеш-функций. Доказуемо безопасный уровень стойкости обосновывается сведением задачи нахождения прообраза и/или задачи восстановления секретных ключевых данных к решению одной из известных теоретико-сложностных задач [1 – 4].

В тоже время, универсальное хеширование с использованием модулярных преобразований обладает существенным недостатком – высокой вычислительной сложностью формирования хеш-кодов [1–4]. Фактически, для каждого информационного блока необходимо выполнить операцию модульного возведения в степень, что при соответствующих порядках модуля преобразований существенно повышает время хеширования информационной последовательности. Перспективным направлением в этом смысле является разработка многослойных схем универсального хеширования с использованием модулярных преобразований на последнем, заключительном этапе формирования хеш-кода. Это, с одной стороны, обеспечивает высокие коллизийные свойства результирующей схемы формирования кодов контроля целостности и аутентичности данных, с другой стороны – обеспечивает высокие показатели быстрействия и доказуемый уровень безопасности используемых преобразований. Модулярные преобразования широко используются при построении криптографических алгоритмов преобразования информации, в том числе при построении ассиметричных средств защиты информации и протоколов распространения ключевых данных для формирования псевдослучайных последовательностей [4], методов хеширования и других механизмов защиты информации [4]. Проведенный анализ [4] показывает, что модулярные преобразования применяются на сегодняшний день при построении бесключевых хеш-функций. Так в четвертой части международного стандарта ISO/IEC 10118-4 определены две бесключевые функции хеширования MASH-1 и MASH-2, которые используют модулярную арифметику, а именно модульное возведение в степень для построения хеш-кода. Проведенный анализ показал, что основным недостатком функций хеширования MASH-1 и MASH-2 является низкая скорость формирования хеш-кода.

¹к.т.н., доцент кафедры информационных систем Харьковский национальный экономический университет им. Семена Кузнеця

Фактически она определяется скоростью RSA-подобного шифрования, которое на 2–3 порядка ниже скорости шифрования современными блочно-симметричными шифрами.

В предлагаемом методе формирования кодов контроля целостности и аутентичности данных первые слои преобразования предлагается реализовать традиционными для алгоритма UMAC высокоскоростными, но криптографически слабыми схемами универсального хеширования, последний слой предлагается реализовать с использованием разработанной безопасной (криптографически сильной) схемы строго универсального хеширования на основе модулярных преобразований. Основная часть информационных данных, обрабатывается первыми слоями универсального хеширования. Формируемый в результате такого преобразования хеш-код на последнем, заключительном этапе обрабатывается криптографически сильной функцией строго универсального хеширования на основе модулярных преобразований. Таким образом, в основе предлагаемой схемы формирования MAC с использованием модулярных преобразований лежит использование: на первых слоях – высокоскоростных методов универсального хеширования (NH-хеширование, полиномиальное хеширование, хеширование Картера-Вергмана); на последнем слое – использование метода ключевого универсального хеширования доказуемой стойкости на основе использования модулярных преобразований, обеспечивающих сведение задачи нахождения прообраза или секретного ключа в схеме хеширования к одной из известных теоретико-сложностных задач.

Таким образом, полученные результаты исследований показывают, что разработанный метод каскадного формирования MAC-кодов с использованием модулярных преобразований на основе алгоритмов MASH-1, MASH-2 позволяет обеспечить высокие коллизионные свойства безопасного хеширования. Кроме того, за счет многослойной конструкции вычисления хеш-кода удастся существенно сократить вычислительную сложность хеширования и повысить скорость обработки данных.

Список литературы

1. Stinson D. R. Some constructions and bounds for authentication codes / D. R. Stinson // *J. Cryptology*. – 1988. – № 1. – P. 37–51.
2. Stinson D. R. The combinatorics of authentication and secrecy codes / D. R. Stinson // *J. Cryptology*. – 1990. – № 2. – P. 23–49.
3. Кузнецов А.А. Исследование коллизионных свойств кодов аутентификации сообщений UMAC // А.А. Кузнецов, О.Г. Король, С.П. Евсеев. Прикладная радиоэлектроника. – Харьков:Изд-во ХНУРЭ, 2012. Том 11 № 2. – С.171–183.
4. Кузнецов О.О. Захист інформації в інформаційних системах / О.О. Кузнецов, С.П. Евсеев, О.Г. Король. – Х.: Вид. ХНЕУ, 2011. – 504 с.

ВИТІК ІНФОРМАЦІЇ В КАНАЛАХ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ

У сучасних умовах електронне перехоплення розмов, що ведуться по стільниковому телефону, стало широко розповсюдженим явищем. Так, наприклад, у Канаді, за статистичними даними, від 60% до 80% радіообміну, що ведеться за допомогою стільникових телефонів, випадково або навмисно, прослуховуються сторонніми особами. Електронне перехоплення стільникового зв'язку не тільки легко здійснити, воно, до того ж, не вимагає великих витрат на апаратуру, і його майже неможливо виявити. Мобільні стільникові телефони, особливо аналогові, є самими уразливими апаратами з боку захисту переданої інформації.

Принцип передачі інформації такими пристроями заснований на випромінюванні в ефір радіосигналу, тому будь-яка людина, настроївши відповідний радіоприймальний пристрій на ту ж частоту, може почути кожне ваше слово. Для цього навіть не потрібно мати особливо складну апаратуру. Розмова, що ведеться зі стільникового телефону, може бути прослухана за допомогою програмувальних сканерів зі смугою прийому 30 МГц, здатних здійснювати пошук у діапазоні 850–2100 МГц. Для цієї ж мети можна використовувати й звичайні сканери після їхньої невеликої модифікації. Перехопити розмову можна навіть шляхом повільного перенастроювання УКХ-тюнера в телевізорах старих моделей у верхній смузі телевізійних каналів (від 67 до 69), а іноді й за допомогою звичайного радіотюнера. Нарешті, таке перехоплення можна здійснити за допомогою персонального комп'ютера.

Чим технічно складніше мобільний телефон, тим більше шпигунських функцій можна задіяти: візуальне панорамне фотографування; відеозйомка й акустичний контроль у радіусі до 10 метрів; прослуховування всіх вхідних і вихідних телефонних розмов, СМС й електронної пошти; визначення місця розташування об'єкта з точністю до кілька метрів; дистанційне включення мікрофона з відстані в десятки тисяч кілометрів; дистанційне прослуховування розмов через мікрофон телефону, навіть якщо основна батарея вийнята (для сучасних смарт телефонів).

З розвитком технології мобільного зв'язку й появою смарт телефонів і комунікаторів, що поєднують функції телефону й комп'ютера,

¹ к.т.н., доцент кафедри захисту інформації ЗНТУ

реалізація спеціальних функцій лягла й на операційні системи, які використовуються в мобільних технологіях. На жаль, такий значний перерозподіл спеціальних функцій з апаратної частини на програмну привів до того, що досвідчені програмісти стали її влучно використовувати й створили цілий ряд так званих «спу» (шпигунських) телефонів на базі серійних мобільних телефонів.

При такому відкритому полі діяльності стало можливим створення недорогих хибних базових станцій (таких як «пастки» IMSI), які займаються активацією мікрофона на мобільному телефоні за допомогою помилкових дзвінків або СМС. Наприклад, в інформації про нову послугу хибного оператора, зовсім непримітної на перший погляд, може міститися код активації мікрофона мобільного телефону для наступного прослуховування розмови й приміщення. Визначити, що включився мікрофон практично дуже складно й зловмисник спокійно може чути й записувати не тільки розмови по телефону, але й розмови в приміщенні, де перебуває мобільний телефон.

Спеціальний пристрій, що називається IMSI-catcher (тобто ловець IMSI, унікального ідентифікатора International Mobile Subscriber Identity, прописаного в SIM-карті), прикидається для мобільних терміналів, що знаходяться поблизу, справжньою базовою станцією стільникової телефонної мережі. Ця діра в безпеці GSM була внесена в архітектуру системи цілком навмисно на вимогу спецслужб – для організації перехоплення й моніторингу без відома компаній-операторів мобільного зв'язку. Тому, як тільки мобільний телефон приймає IMSI-catcher як свою базову станцію, цей апарат-ретранслятор може деактивувати включену абонентом функцію шифрування й працювати зі звичайним відкритим сигналом, передаючи його далі справжньої базової станції. Як свідчать фахівці, у цей час на ринку немає жодного GSM-телефону, який би активно попереджав власника про примусово відключену функцію шифрування. Зате в продажі вистачає нині апаратів, у яких функція шифрування в явному вигляді взагалі не реалізована.

Крім цього, з'явився новий продукт від тайської компанії Vervata - програма FlexiSPY. Як стверджує виробник, це «перша у світі комерційна шпигунська програма, створена спеціально для стільникових телефонів». Тепер з'явилася можливість 24 години на добу й сім днів у тиждень контролювати всі аспекти використання даного стільникового телефону, причому з будь-якого комп'ютера, підключеного до Інтернету. Телефон сам буде регулярно зв'язуватися із сервером компанії й передавати на нього всю інформацію. На дислокацію телефону, що прослуховується, по регіонах і країнам світу обмежень немає: сервіс FlexiSPY працює скрізь.

Активувавши послугу, можна прослуховувати дзвінки, читати всі вхідні й вихідні SMS, переглядати call history з переліком повної інформації (дата, час, тривалість дзвінка, номер абонента), фіксувати виходи в Інтернет через GPRS, нарешті – дистанційно активувати мікрофон цього телефону, навіть коли його не використовують.

Отже, захист інформації в каналах мобільного зв'язку стає актуальною проблемою, що потребує негайного вирішення як з технічного боку, так і в правовому полі.

ТЕХНОЛОГИЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ВРЕДОНОСНОГО ПОВЕДЕНИЯ ПРОГРАММ

Ежегодно количество обнаруживаемых новых штаммов вредоносных программ возрастает примерно на 50% [1]. В связи с этим стоит задача разработки информационной технологии, использующей нетрадиционные методы детектирования различных типов вредоносных программ, основанные на анализе их поведения, которая может быть использована вирусными аналитиками для предварительной оценки программ.

Для разрабатываемой технологии описано понятие сценария программного поведения и иерархии сценариев. Сценарий – это одна из моделей представления знаний, первоначально являвшаяся разновидностью фреймового представления [2, 3]. Сценарии верхнего уровня предлагается представлять в виде понятных человеку описаний целей программы, а нижнего – в виде, позволяющем применять логический вывод для детектирования и автоматическое формирование на основе выборки примеров. В рамках разрабатываемой технологии предлагается нижний уровень иерархии представлять в виде конечного автомата, который формируется с помощью алгоритма Ахо-Корасик.

Технология детектирования вредоносных программ на основе сценариев включает следующие этапы:

1. Автоматизированное формирование сценариев, позволяющее: извлекать из примеров программ события, происходящие при их работе, либо получать такого рода информацию из сторонних источников и хранить ее в БД; работать со сценариями различных типов вредоносных программ: формировать сценарии автоматически на основе выборки примеров, а также вводить и редактировать их вручную, записывать, хранить и просматривать.

2. Распознавание вредоносных программ, включающее: получение данных о поведении распознаваемой программы, сопоставление данных о поведении со сценариями базы и принятие решения о том, является ли поведение исследуемой программы вредоносным, а также определения типа.

¹ Кандидат технических наук, доцент, кафедра системного программного обеспечения Одесского национального политехнического университета

² Аспирант кафедры системного программного обеспечения Одесского национального политехнического университета

Особенностью предлагаемой технологии является возможность на первом этапе создавать сценарии, используя машинное обучение на основе примеров поведения вредоносных программ. Поэтому важным является сбор данных о вредоносных программах.

Большинство из существующих систем генерации отчётов о работе вредоносных программ используют отладчики для получения необходимых данных [4], а современные вредоносные программы бывают защищены от средств отладки. Предлагается применять метод, основанный на использовании трамплин-функции для перехвата событий. Создаются функции-трамплина в теле целевой функции до кода обработчика и обработчик, который выводит нужную информацию о перехваченной функции. В теле целевой функции с помощью дизассемблера или отладчика ищется подходящее место для записи команды перехода (JMP) на обработчик. При этом некоторые операции целевой функции перезаписываются, поэтому их нужно воспроизвести в теле обработчика по завершению его работы. Предлагается следующий принцип автоматизации данного метода: благодаря используемым стандартам компиляторов программ, в большинстве API функций присутствует одинаковая часть – пролог. Общий размер его составляет 5 байт, что соответствует размеру команды перехода JMP, которую требуется записать. За счёт использования пролога для поиска места для перехвата можно обеспечить автоматическую генерацию API-функций, что и было реализовано.

Описана технология, позволяющая автоматизировать анализ вредоносных программ. Предложен способ представления знаний с использованием сценариев и конечных автоматов, а также метод перехвата событий для сбора данных о поведении вредоносных программ.

Список литературы

1. Malware AV-TEST – The independent IT-security institute. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.av-test.org/en/statistics/malware/> – Название с экрана.
2. Минский М. Фреймы для представления знаний. - М.: Энергия, 1979 - 151 с.
Roger C. Schank and Robert P. Abelson. Scripts, Plans and Goals / IJCAI'75 Proceedings of the 4th international joint conference on Artificial intelligence. – Vol. 1. - San Francisco, CA, USA. – 1975, - p. 151–157
3. Survey on Automated Dynamic Malware-Analysis Techniques and Tools. / Egele, M., Scholte, T., Kirda, E., Kruegel, C. // Journal in ACM Computing Surveys. – 2012. – № 44. – p.1–49.

РАЗРАБОТКА КРИПТОГРАФИЧЕСКОЙ БИБЛИОТЕКИ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЙ В ГРУППЕ ТОЧЕК ЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ КРИВОЙ НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ C++

Эллиптические кривые являются одним из основных объектов изучения в современной криптографии. В частности они образуют самостоятельный раздел эллиптической криптографии, посвященный изучению криптосистем на базе эллиптических кривых [2].

Их популярность обусловлена сложностью задачи дискретного логарифмирования в группе точек эллиптической кривой. На сегодняшний день не существует субэкспоненциального алгоритма для разрешения вышеуказанной задачи для несуперсингулярных и неаномальных кривых большого порядка [1].

Для атак на эллиптическую кривую в основном применяются алгоритм Полига-Хельмена (основанный на китайской теореме об остатках) или алгоритм Шенкса (для группы размером n вычисляется таблица размером \sqrt{n}). Данные алгоритмы безрезультативны, если порядок кривой превышает 2^{128} . Успешные атаки возможны лишь для криптографически «слабых» кривых (суперсингулярных или аномальных).

Задачей, поставленной в данных тезисах, является разработка функционального программного обеспечения для возможности исследования различных свойств кривых любого порядка.

Данное ПО должно обладать следующими свойствами:

- широкий функционал;
- доступный интерфейс;
- возможность работы с большими числами;
- оптимальная скорость выполнения реализованных алгоритмов;
- возможность построения своих криптосистем и алгоритмов.

Чтобы удовлетворить всем вышеуказанным требованиям, была разработана библиотека классов «elliptic.lib». Библиотека подключается к проекту Visual Studio и требует наличие набора инструментов платформы Visual Studio 2013 (v120).

Библиотека позволяет создавать свое программное обеспечение, используя ряд инструментов:

- создание кривой любого порядка;

¹ студент ХНУРЕ

- создание точек и привязка их к кривой (реализовано на основе наследования);
- поиск всех точек и примитивных элементов кривой;
- операции сложения точек и умножения точки на натуральный коэффициент;
- оператор присваивания $=$, а также условные операторы $==, !=$;
- нахождение дискретного логарифма методом перебора, а также с использованием алгоритма согласования и др. функции;
- проверка точки на принадлежность кривой и примитивность.

В библиотеке также предусмотрен ряд возможных исключений, которые пользователь может самостоятельно обработать:

- модуль кривой не является простым числом (в качестве теста простоты используется вероятностный тест Рабина-Миллера);
- точка не принадлежит кривой (генерируется на этапе создания точки);
- в сложении участвуют точки, принадлежащие разным кривым;
- точка не является примитивным элементом (генерируется на этапе нахождения дискретного логарифма);

Возможность работы с числами, превосходящими 64 бита реализована с помощью криптографической библиотеки `miracl`. Все числа в `miracl` представляются в виде одномерного массива, элементы которого хранят числа (слова) от наименее значащих до наиболее значащих, а дробные числа хранятся в виде числителя и знаменателя дроби.

Все вышеуказанные факторы позволяют реализовывать существующие или создавать собственные криптосистемы на основе эллиптических кривых.

К сожалению, остаются неразрешенными некоторые проблемные вопросы:

- библиотека недостаточно протестирована;
- возможны возникновения необработанных исключений;
- алгоритмы библиотеки на сегодняшний день не оптимальны;
- использование библиотеки для анализа кривых большого порядка крайне ресурсозатратно.

Список литературы

1. Болотов А. А., Элементарное введение в эллиптическую криптографию – М.: КомКнига, 2006 – 280 С. 2. Нечаев В. И. Элементы криптографии (Основы теории защиты информации). – М.: Высшая школа, 1999. – 109 С.

МЕТОДИКА ОЦІНКИ РІВНЯ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ FUZZY-ТЕХНОЛОГІЙ

Реальною альтернативою та доповненням до базових методів оцінки рівня захисту інформації комплексних систем захисту інформації (КСЗІ) є застосування у дослідженнях Fuzzy-технологій, які дозволяють проводити оцінку за умов слабкої визначеності оціночних факторів та їх різноманітності. Вони уможливають аналіз значної кількості якісної інформації, отриманої від експертів та доповненої кількісними даними. Fuzzy-технології є сукупністю теоретичних основ, методів, алгоритмів, процедур і програмних засобів, що базуються на використанні теорії нечітких мір (ТНМ) і оцінок експертів для вирішення широкого класу задач з самих різних областей. Теорія нечітких мір, нечіткої логіки або *Fuzzy Logic* – новий підхід до опису процесів, в яких присутня невизначеність, що ускладнює і навіть виключає вживання точних кількісних методів і підходів. Основна відзнака методу – введення лінгвістичних змінних (суб'єктивних категорій) і методів їх обробки. Ця теорія може виступати як інструмент моделювання невизначеності, який базується на відомій розумовій здатності людини оперувати якісними категоріями і оформляти свої логічні висновки також в якісній формі [1,2].

Застосування даної технології підвищує достовірність і якість рішень, що приймаються, при суттєвому зниженні вимоги до вхідних даних (їх якості, кількості, достовірності), формалізація яких виконується настільки точно, наскільки дозволяє їх обсяг і якість.

Розроблені моделі і методи вирішення задач нечіткого математичного програмування, які адекватні сучасним умовам функціонування об'єктів інформаційної діяльності (ОІД), дозволяють підвищити наукову обґрунтованість, ефективність рішення, що формулюється та приймається при нечіткій вхідній інформації, збільшують аналітичну базу, надають можливість формалізації різних параметрів задачі та різноманітних цільових установок.

Існує декілька причин використання ТНМ. По-перше, нечіткі

¹ Толюпа Сергій Васильович, д.т.н., професор директор Навчально-наукового інституту захисту інформації Державного університету телекомунікацій.

² Софієнко Іван Іванович, завідувачий лабораторією Інституту спеціального зв'язку та захисту інформації.

множини ідеально описують суб'єкту активність посадової особи, що приймає рішення щодо введення КСЗІ в експлуатацію. По-друге, нечіткі числа ідеально підходять для планування факторів у часі, коли їх майбутня оцінка ускладнена (розмита, не має достатніх імовірнісних умов). Таким чином, всі сценарії за тими чи іншими окремими факторами можуть бути зведені в один сценарій у формі трикутного числа, де відокремлюють три позиції: мінімально можливе, найбільш очікуване та максимально можливе значення фактору. По-третє, при використанні нечітких множин ми можемо в межах однієї моделі формалізувати особливості застосування ОІД [3].

Математичні моделі на основі Fuzzy-технологій набули широкого розповсюдження для вирішення задач в електроніці, кібернетиці, управлінні складними інтелектуальними системами. Більшість з таких завдань відносяться до класу експертно-аналітичних завдань (ЕАЗ) оцінки і прогнозу стану КСЗІ, вирішення яких повинне базуватися на методах системного аналізу, експертній методології і перспективних математичних методах обробки даних.

Запропоновано методика, яка ґрунтується на новій сукупності показників, принципах побудови математичної моделі (ММ) оцінки КСЗІ, визначення інтегральних показників на основі часткових. У той же час методика, що пропонується, використовує як окремі елементи положення всіх раніше відомих підходів та сумісна з ними.

Як результат, ММ оцінки КСЗІ, є оціночною та прогнозованою за цільовою спрямованістю; багаторівневою за ієрархічною структурою; аналітичною за способом опису функціональних зв'язків; імовірнісною з точки зору врахування стохастичної невизначеності; комбінованою за способом врахування випадкових факторів (реалізовані детермінований та стохастичний підходи з врахуванням нестохастичної невизначеності); за характером вихідної інформації такою, що використовує методи обробки нечітких даних.

Список літератури

1. Алексеев А.В. Интерпретация и определение функций принадлежности нечетких множеств / А.В. Алексеев // Методы и системы принятия решений. - Рига: Риж. политехн. ин-т, 1979. - С. 42 – 50.
2. Бочарников В.П. Fuzzy - технология: Математические основы. Практика моделирования в экономике / В.П. Бочарников. - СПб.: «Наука» РАН, 2001. - 328 с.
3. Толюпа С.В., Борисов І.В. Методика оцінки комплексної системи захисту інформації на об'єкті інформаційної діяльності. // Науково-технічний журнал «Сучасний захист інформації». – 2013. - №2. – С. 43–49.

6 СЕКЦІЯ «ФІЗИКА І ТЕХНОЛОГІЯ МІКРО – ТА НАНОЕЛЕКТРОНІКИ»

УДК 539.2: 538.915

Babich A.V.¹, Reva V.I.², Pogosov V.V.³

ENERGETICS AND NANOMECHANICS OF SUBATOMIC METAL WIRES AND SLABS IN MAGNETIC FIELD

Experimental investigations of sodium and gold point contacts [1] in the atomic force microscope demonstrate the violation of the Hooke and Ohm laws: the deformation of the contact leads to a coherent stepwise variation of the conductance and force. The reason is that the distance an electron travels between two scattering events is typically much larger than the atomic size. The electrons traverse an atomic-sized conductor ballistically, and the resistance becomes independent of its length. In fact, the character of the resistance changes conceptually and it will be necessary to invoke the wave nature of the electrons in the conductor for a proper description. The energy scales involved are so large that quantum effects are visible at room temperature. The chemical nature of the metallic element starts to play an essential role. As a consequence, while in the macroscopic world gold is a better conductor than lead by an order of magnitude, for conduction through a single atom, lead beats gold by a factor of three. The mechanical properties are quite unusual: plastic deformation in a macroscopic metal occurs via dislocation motion. On the other hand, atomized metal wires flow in response to applied stresses via structural rearrangements and their yield strength is one or two orders of magnitude larger than for bulk materials. Not just the electronic properties are to be described in terms of electron waves, but also understanding metallic cohesion of nanometer-size wires requires taking electron waves into account that extend over the entire conductor.

Theoretical interpretation of these observations was given for a deformed nanowire in the framework of the simple free-electron models [2]. The energetic picture of the nanocontact is more complicated, however. First, the previous considerations do not take into account the contact potential

¹ PhD, docent, depart. of Micro- nanoelectronics, Zaporizhzhya national technical university

² Postgraduate, depart. of Micro- nanoelectronics, Zaporizhzhya national technical university

³ PhD, professor, depart. of Micro- nanoelectronics, Zaporizhzhya national technical university

difference. Secondly, the contact changes its own dimensionality: at first its shape is similar to a slab, and at the moment of rupture it resembles a wire. Thus, in the experiments we have to do with a transition from the 2D to a 1D open electron systems. In this work we investigate the limiting cases of this transition by studying the size dependence of various characteristics of quantum slab and wire inserted to form a contact between two electrodes. We begin our study with considering the energetics of an isolated sample, which is exploited later to determine the contact potential difference for a slab or wire connected with electrodes.

The quantum size oscillations of the energetic properties and the elongation force of the sodium and gold slabs/wires, isolated and in a contact with electrodes, are calculated in a free-electron model. A simple relation between the Fermi energy and the square-potential-well depth is used and tested for low-dimensional systems. It is shown that considering the electron subsystem of a slab/wire in a contact as open one, the contact acts like a sort of electron pump which sucks or pumps out electrons from the sample. The effect of the contact potential difference on the elastic force oscillations is considered. The calculated amplitudes of force oscillations are in a qualitative agreement with numerical experiments [3] and those observed experimentally [1].

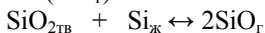
We have studied the force in mesoscopic wires in the presence of an external magnetic field along the wire using a free electron model. We show that the applied magnetic field can be used to affect the force in the wire and slab. The magnetic field breaks the degeneracy of the eigenenergies of the conduction modes, resulting in more structure in the force as a function of wire length. The use of an external magnetic field is an equilibrium method to control the number of transporting channels. Under the least favorable circumstances (on the middle of a low conduction step) one needs about $3 \div 5$ T, for a mesoscopic wire, to see an abrupt change in the force, at fixed wire length.

References:

1. N. Agrait, A.L. Yeyati, J.M. van Ruitenbeek. Phys. Rep. 377, 81 (2003).
2. V.V. Pogosov, V.P. Kurbatsky, D.P. Kotlyarov, A. Kiejna. Ukr. J. Phys. 49, 167 (2004).
3. S.V. Kolesnikov, A.L. Klavysyuk, A.M.Saletsky. Phys. Sol. St. 55, 1950 (2013).

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА РАСТВОРЕНИЯ КВАРЦЕВОГО ТИГЛЯ В РАСПЛАВЕ КРЕМНИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ МОНОКРИСТАЛЛОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОНИКИ

Выращивание монокристаллов кремния по методу Чохральского сопряжено с образованием газообразных продуктов реакции расплава кремния с кварцевым тиглем (SiO_r):



Высокая степень пересыщения пара SiO приводит к коагуляции молекул в более крупные частицы, которые осаждаются на поверхностях ростовой камеры, деталей теплового узла, температура которых ниже 1000°C , и образуют рыхлые плёнки конденсатов. С течением времени конденсаты осыпаются в расплав, захватываются растущим кристаллом, что приводит к появлению в нём дислокаций и поликристаллической структуры. Интенсификация отвода образующейся SiO , использование разнообразных методов экранирования расплава и растущего кристалла от осыпания частиц монооксида кремния, в случае больших масс расплава, неэффективно. Образующиеся возгоны, в данном случае, отводятся из камеры выращивания потоком инертного газа. При больших массах расплава процесс выращивания длится 40 часов и более. В расплаве при этом растворяется ~ 500 г кварца. Переходящие в расплав примеси из кварца могут существенно изменить электрофизические параметры монокристаллов. Они приводят к деградации характеристик приборов. Транспортировка образующейся SiO требует использования больших расходов инертного газа, вакуумных насосов высокой производительности, что повышает материалоемкость и энергозатраты процесса.

Целью настоящего исследования явилось установление оптимальной величины давления в ростовой камере, при которой количество образующейся SiO минимально и её эвакуация возможна при малых расходах инертного газа.

Были проведены модельные эксперименты по оценке изменения массы тиглей с расплавом кремния, выдерживаемых при температуре кристаллизации в течение 7 часов, при фиксированных значениях давления в камере (в диапазоне $0,133\dots 106,64$ кПа) и расходах аргона

¹ – к.т.н., доцент, зав. каф. электронных систем ЗГИА

² д.т.н., профессор, профессор каф. электронных систем ЗГИА

($8,33 \cdot 10^{-5}$ и $25 \cdot 10^{-5}$ м³/с). Скорость растворения кварца рассчитывалась как отношение убыли массы тигля с единицы контактирующей с расплавом кремния поверхности в единицу времени. Установлен диапазон давлений (1,333...26,660 кПа), при котором скорость растворения кварца и количество образующейся SiO минимальны. При этом воспроизводимое получение бездислокационных монокристаллов возможно при малых расходах инертного газа.

Фактор убыли массы тигля при выращивании монокристаллов по методу Чохральского в настоящее время не учитывается. Поэтому, представляет интерес создание математической модели этого процесса, что позволит повысить уровень автоматизации процесса, прогнозировать электрофизические параметры выращиваемых монокристаллов, их термическую стабильность и возможный уровень деградации характеристик приборов.

Зависимость удельного расхода кварца – Q_k от давления в камере – P представлена на рисунке 1.

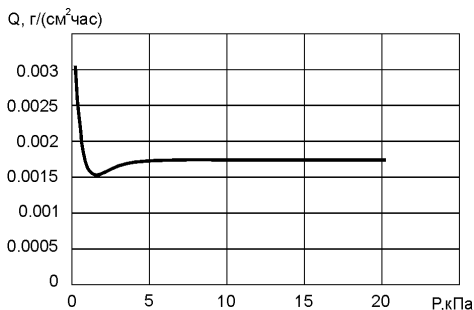


Рисунок 1. Зависимость $Q_k(P)$

Она может быть аппроксимирована следующим выражением:

$$Q_k(P) = a_1 \cdot (1 - e^{-\gamma_1 \cdot P}) + a_2 \cdot e^{-\gamma_2 \cdot P},$$

где: a_1 a_2 γ_1 , γ_2 – коэффициенты аппроксимации.

Для результатов, полученных экспериментально, коэффициенты аппроксимации имеют следующие значения: $a_1 = 0,00175$ $a_2 = 0,0037$ $\gamma_1 = 1$, $\gamma_2 = 2$.

График зависимости имеет явно выраженный минимум, что позволяет говорить об оптимальном значении давления в камере с точки зрения минимизации интенсивности растворения тигля.

ВАКАНСИОННЫЕ И ПОВЕРХНОСТНЫЕ СОСТОЯНИЯ ПОЗИТРОНОВ В МЕТАЛЛАХ: РАБОТА ВЫХОДА И СКОРОСТЬ АННИГИЛЯЦИИ

Одним из методов диагностики вещества и наноструктур является метод аннигиляции позитронов. Инжектированный в среду позитрон быстро термализуется, рассеиваясь на атомах, электронах, фононах и дефектах. Являясь античастицами, электрон и позитрон могут попарно аннигилировать с испусканием квантов. Работа выхода и время жизни позитрона в металле являются измеряемыми характеристиками. Время жизни позитрона обратно пропорционально его скорости аннигиляции. Работа выхода электронов из металла всегда положительна по знаку (металл для электронов является потенциальной ямой). Работа выхода позитронов положительна для одних металлов (например, Na), а для ряда других отрицательна (например, Al). За поверхностью взаимодействие позитрона и металла определяется силами изображения, которые вблизи от поверхности реализуют потенциальную яму и, соответственно, поверхностные состояния для позитрона. Для электронов проводимости вакансии в металле представляет собой потенциальный барьер, а для позитронов – потенциальную яму, способную их связывать. Измерение времени жизни, потока обратной эмиссии позитронов (возможной только при отрицательной по знаку работе выхода позитронов) позволяют судить о дефектном состоянии вещества.

В данной работе, на основе предложенного в [1] подхода, численно решены задачи: рассеяния электронов на моновакансии металла с локализованным позитроном; позитрона на невозмущенной моновакансии; позитрона в поверхностных состояниях потенциалов изображения. Найдены самосогласованные профили распределений зарядов и потенциалов, работы выхода, энергии связи и времена жизни позитрона [2]. Проведено сравнение с экспериментами.

В оптическом приближении вычисленные фазы рассеяния

¹ Канд. физ.-мат. наук, доцент каф. Микро- и нанoeлектроники, ЗНТУ, Украина

² Ассистент каф. Микро- и нанoeлектроники, ЗНТУ, Украина

³ Докт. физ.-мат. наук, проф., зав. каф. Микро- и нанoeлектроники, ЗНТУ, Украина

⁴ Доктор физ.-мат. наук, проф., Институт теоретической и прикладной электродинамики РАН, Москва, Россия

квазисвободного позитрона позволили определить сдвиг работы выхода и эффективную массу позитрона обусловленные присутствием вакансий. Результаты самосогласованных вычислений фаз рассеяния электронных волн на «пустой» и незаряженной вакансии показали, что присутствие локализованного позитрона приводит к эффекту «стелз» для электронных волн: позитрон ослабляет потенциальное поле вблизи вакансии, что соответственно, отражается на сдвиге фаз электронных волн. По сравнению с вакансиями Al и Zn позитрон в вакансии Cu локализован слабее, а в вакансиях Na локализация вообще не наблюдается. Позитронные распределения на поверхности Cu, Al и Zn отличаются сдвигами максимумов относительно геометрической границы металла.

По аналогии с адиабатическим потенциалом ионизации кластера атомов металла, определена энергия связи позитрона в вакансии, а затем самосогласованные значения электрической емкости вакансии. Эти значения учитывают квантовые эффекты локализации позитрона.

Рассмотрено рассеяние позитронов на «сверхрешетке» вакансий в металле, что позволило определить вклад вакансий в работу выхода позитронов, а также эффективную массу позитронов, используя формулу Бардина [3] и метод работ [4, 5].

Список литературы

1. А.В. Бабич, П.В. Вакула, В.В. Погосов. ФТТ. 56, 841 (2014).
2. А.В. Бабич, П.В. Вакула, В.В. Погосов. ФТТ 56, 1671 (2014).
3. J. Bardeen. J. Chem. Phys. 6, 367 (1938).
4. I.T. Iakubov, V.V. Pogosov. Phys. Rev. B 51, 14941 (1995).
5. I.T. Iakubov, V.V. Pogosov. Phys. Rev. B 53, 13362 (1996).

ВАХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ НАНОСТРУКТУР

В последнее время значительный интерес представляют исследования полупроводниковых резонансно-туннельных структур (РТС) (см. [1] и ссылки в них) в связи с их применением в квантовых каскадных лазерах, детекторах и других приборах. Как известно, типичный каскад квантовых каскадных приборов состоит из активного элемента (открытая двух-, трех- или четырехбарьерная РТС) с инжектором или экстрактором соответственно. Спектр открытых квантовых систем является квазистационарным, характеризуется резонансными энергиями и их шириной.

В работе методом S -матрицы рассеяния на потенциальных ямах и барьерах рассчитаны спектральные характеристики квазистационарных состояний электронов, а в дальнейшем и туннельный ток резонансно-туннельного диода (РТД).

На рис. 1 изображен потенциальный рельеф. Предполагается, что напряжением V на высоколегированных областях структуры можно пренебречь, а линейное изменение напряжения на низколегированных областях заменяется кусочно-линейным разбиением.

Выбранные параметры в областях структуры: I, V – n^+ $\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}$, $N_D = 1 \times 10^{19} \text{ см}^{-3}$, $E_F = 0.15 \text{ эВ}$, $m^* = 0.111$; II, IV – $\text{In}_{0.52}\text{Ga}_{0.48}\text{As}$, $w = 100 \text{ \AA}$, $U_b = 0.47 \text{ эВ}$, $m^* = 0.110$; III – $\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}$, $w = 53 \text{ \AA}$, $m^* = 0.111$.

Одномерное туннелирование электрона в направлении z через барьер $U(z)$ описывается волновым уравнением

$$\psi''(z) + 2m^* \hbar^{-2} [E - U(z)] \psi(z) = 0, \quad (1)$$

где m^* – эффективная масса электрона, E – полная энергия электрона.

В общем случае уравнение (1) является неоднородным. Разобьем область неоднородности потенциального профиля на N малых отрезков и будем считать потенциал в каждом из них неизменным. Тогда решение волнового уравнения можно искать матричным методом, заменяя профиль $U(z)$ ступенчатым.

¹ Канд. физ.-мат. наук, доцент каф. Микро- и нанoeлектроники, ЗНТУ, Украина

² Канд. физ.-мат. наук, доцент каф. Микро- и нанoeлектроники, ЗНТУ, Украина

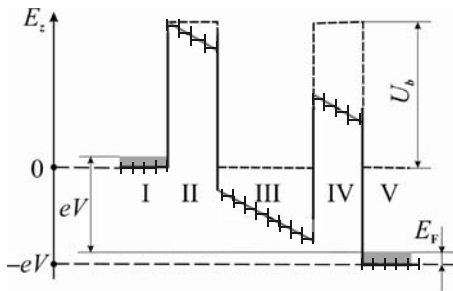


Рисунок 1. Модель потенциального профиля ДБ РТС

В каждой из областей ($j = 0, 1, \dots, N, N + 1$), где потенциальная энергия является постоянной, уравнение (1) имеет решение

$$\psi_j(z) = A_j e^{ik_j z} + B_j e^{-ik_j z}, \quad (2)$$

где амплитуды A_j и B_j в j -ой области связаны с амплитудами в $j + 1$ -ой области:

$$\begin{pmatrix} A_j \\ B_j \end{pmatrix} = \mathbf{R}_{j,j+1} \begin{pmatrix} A_{j+1} \\ B_{j+1} \end{pmatrix}, \quad \mathbf{R}_{j,j+1} = \frac{1}{2\sqrt{c}} \begin{pmatrix} (1+c)e^{-ik_{(-)}z_j} & (1-c)e^{-ik_{(+)}z_j} \\ (1-c)e^{ik_{(+)}z_j} & (1+c)e^{ik_{(-)}z_j} \end{pmatrix}, \quad (3)$$

где $c = (k_{j+1}m_j^*) / (k_j m_{j+1}^*)$, $k_{(+)} = k_j + k_{j+1}$ и $k_{(-)} = k_j - k_{j+1}$. \mathbf{S} -матрица находится следующим образом

$$\begin{pmatrix} B_j \\ A_{j+1} \end{pmatrix} = \mathbf{S}_{j,j+1} \begin{pmatrix} A_j \\ B_{j+1} \end{pmatrix}, \quad \mathbf{S} = \frac{1}{\mathbf{R}_{00}} \begin{pmatrix} \mathbf{R}_{10} & \mathbf{R}_{00}\mathbf{R}_{11} - \mathbf{R}_{01}\mathbf{R}_{10} \\ 1 & -\mathbf{R}_{11} \end{pmatrix}. \quad (4)$$

Плотность тока через активную часть РТД рассчитывается по формуле Цу – Эсаки:

$$J = \frac{em^*k_B T}{4\pi^3 \hbar^3} \int_0^\infty \frac{\ln \left(1 + e^{-\frac{E_z - E_F}{k_B T}} \right)}{\ln \left(1 + e^{-\frac{E_z - (E_F - eV)}{k_B T}} \right)} \sum_{i=1}^N \frac{\Gamma_i^2}{\Gamma_i^2 + 4(E_z - E_i)^2} dE_z. \quad (5)$$

В случае резонансного рассеяния можно определить значения уровней $E_i = \text{Re}E$ и их ширины $\Gamma_i = 2\text{Im}E$ как полюса \mathbf{S} -матрицы рассеяния: $E = E_i - i\Gamma_i / 2$.

Список литературы

1. Ткач Н.В., Сети Ю.А. ФТП, 45, 387 (2011).

НОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ПРИКЛАДНОЙ СТАТИСТИКИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Применительно к проблемам физики и технологии полупроводников рассмотрены задачи: построения описательной статистики; проверки гипотез о соответствии заданному закону распределения и однородности выборок; проверки наличия статистической связи; построения нелинейных регрессионных моделей; кластеризации данных; проверки наличия трендов в эмпирических зависимостях [1]. Для большинства рассмотренных методов разработаны их программные реализации средствами языка R, который сегодня фактически стал стандартом для статистических исследований.

При построении описательной статистики большое значение имеет правильный выбор используемых показателей. Среднее арифметическое неинформативно для неоднородных и сильно асимметричных распределений. При анализе технологий эта проблема возникает, когда на изучаемые параметры существенно влияют несколько факторов. Также его нецелесообразно использовать, если рассматриваемые величины могут изменяться в широких пределах. В частности, это относится к концентрациям (плотностям) примесей и дефектов в полупроводниковых кристаллах и структурах. В этих ситуациях более адекватными показателями могут оказаться другие виды средних, медиана, мода или центр размаха. Во многих случаях полезным является определение набора заданных квантилей распределения. Для визуализации данных целесообразно использовать эмпирические функции распределения (ЭФР) и диаграммы типа «ящик с усами», которые дают наиболее полную информацию о характере распределения. В некоторых случаях можно применять эмпирические функции плотности распределения.

ЭФР могут быть использованы для подбора теоретических моделей распределения, необходимых при разработке комплексных математических моделей изучаемых процессов и объектов. Такая информация часто оказывается полезной и для физической интерпретации имеющихся данных, сокращения множества рассматриваемых моделей, выявления основных факторов, вызывающих нарушения технологических процессов и т. д.

¹ Профессор, д.ф.-м.н., Классический приватный университет, г. Запорожье

В последние годы появилось большое число новых подходов и методов определения наличия статистической связи между рядами данных. Такая проверка представляет собой обязательный этап построения моделей сложных технологических процессов. Также она широко применяется при обработке результатов экспериментов, которые не описываются известными простыми моделями. В последние годы были разработаны методы проверки гипотез о наличии нелинейных, неоднозначных и дифференциальных связей [2], которые существенно повышают надежность и достоверность выводов о наличии или отсутствии связи.

Статистические методы полезны для автоматизации обработки результатов спектральных исследований, предполагающих определение числа и параметров некоторых состояний или процессов. Ранее для суммы двухпараметрических дебаевских пиков был предложен набор критериев адекватности моделей спектров [3], позволяющий полностью автоматизировать процедуру разложения сложного спектра. Аналогичные результаты получены и для более сложных моделей, представимых в виде суммы трехпараметрических лоренцевских пиков.

Современные методы кластерного анализа, позволяют автоматизировать разбиение исследуемых объектов на однородные в некотором отношении группы. Их применение целесообразно при изучении структурных дефектов и комплексов точечных дефектов в полупроводниках, для автоматизации металлографического анализа и для решения ряда других типичных задач физики и технологии материалов.

Список литературы

1. Бахрушин В.С. Методы анализа данных / В.С. Бахрушин – Запорожжя: КПУ, 2011. – 268 с.
2. Бахрушин В.Е. Новые подходы и средства в задачах статистического анализа и моделирования систем / В.Е. Бахрушин, А.В. Бахрушин, И.И. Дудко, М.И. Игнашина // *Фундаментальные физико-математические проблемы и моделирование технико-технологических систем* // М.: Янус-К, 2013. – Вып. 15. – С. 16 – 26.
3. Бахрушин В.Е. Идентификация математических моделей сложных релаксационных спектров / В.Е. Бахрушин, Р.Я. Шумада // *Фундаментальные физико-математические проблемы и моделирование технико-технологических систем* / Под ред. Ю.М. Соломенцева, Б.Н. Четверушкина, А.В. Боголюбова и др. – М.: Янус-К, 2009. – Т. 2. – С. 265 – 273.

РЕАЛІЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОІМПЕДАНСНОГО МЕТОДУ АНАЛІЗА МАКРО-, МІКРО- ТА НАНОСТРУКТУРИ МАТЕРІАЛІВ

Якість об'єкта характеризується сталістю хімічного складу, мікро- і макро структури, електричних і магнітних характеристик матеріалів, геометричними розмірами, механічними та іншими властивостями. В науково-дослідницькій і виробничій сферах існує ряд задач по визначенню якості плоских електропровідних матеріалів. Задачі включають в себе вимірювання поверхневого опору функціональних тонких плівок; визначення орієнтації і дефектоскопія композитів із вуглецевих волокон (нерівності, включення, гази, зсуви); визначення поверхневої густини вуглецевих волокнистих матеріалів; визначення товщини тонких плівок і покриттів; виявлення похибок в системах електропровідних шарів (тріщин, пор, розшарувань); дослідження хімічних розчинів і біологічних систем.

Метод імпедансного аналізу відіграє значну роль у фундаментальних та прикладних дослідженнях [1]. Цей метод можна застосувати для дослідження будь-яких типів твердих та рідких матеріалів – іонних, ковалентних, змішаних, діелектриків, а також під час вивчення процесів перенесення заряду у гетерогенних системах, включаючи границі розділу фаз, електродні границі, елементи мікроструктури. Саме тому імпедансний метод утвердився як один з основних методів дослідження композитних матеріалів та електрохімічних об'єктів. Основні способи реалізації методу мають один спільний недолік: для обстеження всієї контрольованої поверхні ОК необхідно переміщувати сам ОК відносно первинних перетворювачів, або первинні перетворювачі відносно ОК.

Аналіз літератури показав, що суцільну середу об'єкту можна замінити, допускаючи відомий ступінь наближення, великим числом елементів, складених із опорів, тобто замінити, так би мовити, електричною решіткою або сіткою [2].

Реалізація методу, що пропонується, дозволяє проводити вимірювання без переміщення будь-яких частин вимірювальної схеми. Метод полягає в тому, що на об'єкт дослідження накладається система лінійних електродів.

Група лінійних електродів x_i накладається горизонтально зверху, а група електродів y_j – фронтально знизу об'єкта. Забезпечується прямий контакт між електродами і ОК. Таким чином в просторі між групами електродів x та y утворюється сітка, яка ділить площину на квадрати,

¹ к.т.н., проф. каф. Інформаційно-вимірювальних технологій і систем НТУ «ХП»

² магістр каф. Інформаційно-вимірювальних технологій і систем НТУ «ХП»

довжина сторони яких дорівнює кроку розташування електродів [3].

В якості інформативного параметра виступає імпеданс або струм, що протікає в результаті прикладення напруги між відповідною горизонталлю та фронталлю.

Під час моделювання методу в програмному середовищі Multisim на постійному струмі та опрацювання результатів за допомогою математичного пакету MathCad отримані графіки, показані на рис. 1.

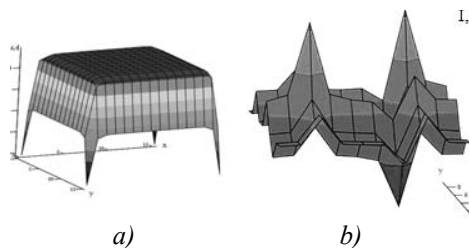


Рисунок 1. Результати моделювання: *a)* для однорідного матеріалу; *b)* для матеріалу з дефектами в трьох елементарних чарунках

Для експериментальної перевірки методу була виготовлена система електродів 16×16 ліній та експериментальні зразки з різним ступенем неоднорідності. Результати експерименту наведені на рис. 2

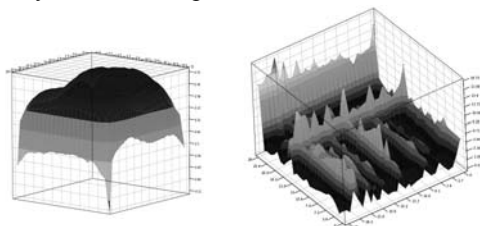


Рисунок 2. Результати експерименту

Таким чином запропонований метод дає змогу локалізувати зону можливих дефектів матеріалу, а у разі застосування мультичастотного аналізу, встановити природу аномалій.

Список літератури

1. Григорчак І. І. Імпедансна спектроскопія : [навч. посібник] / І. І. Григорчак, Г. В. Понеділок ; Львів. нац. ун-т. «Львівська політехніка» – Львів, 2011. – 352 с.
2. Макиєвцов Е. Н. «Модели из кубиков». М: Сов. Радио, 1978.– 192 с., ил.
3. Давиденко А.П., Панченко Е.А. Метод контроля свойств и состава плоских проводящих материалов: материалы XXIII Национального научного симпозиума с международным участием «Метрология и метрологическое обеспечение 2013», г. Созополь, Болгария.. – 2013.

АВТОМАТИЗОВАНА УСТАНОВКА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ ПОВЕРХНІ МЕТОДОМ КЕЛЬВІНА

Одним із перспективних методів контролю стану поверхні, що дозволяє реєструвати властивості тонкого поверхневого шару на чималій площі поверхні є метод, заснований на реєстрації змін роботи виходу електрона по поверхні досліджуваного матеріалу. Робота виходу електрона (РВЕ) є фундаментальною характеристикою твердого тіла, що визначає його емісійні, контактні і адсорбційні властивості. Однак, величина РВЕ кристалічного твердого тіла не залишається величиною постійною, і природа її змін має різні аспекти, пов'язані із термодинамічними параметри, анізотропією поверхні, чутливістю до складу адсорбційних плівок і ступеня покриття чужорідними атомами, наявності деформації, дислокацій, точкових дефектів чи їх комплексів.

Існують різні методи вимірювання РВЕ [1], однак найбільш поширеним внаслідок його простоти можна вважати метод Кельвіна або метод динамічного конденсатору. Сутність цього методу полягає в реєстрації постійної напруги компенсації, яка відповідає зникненню змінної напруги, що виникає на вібруючих одна відносно одної обкладках конденсатора, утвореного еталонним електродом та досліджуваною поверхнею. Існує велика кількість конструкцій установок, кожна з яких має низку переваг і недоліків [2]. Один із суттєвих недоліків існуючих конструкцій – це складність конструкції або навпаки її простота, що унеможливує проведення сканування поверхні з метою її діагностики, наприклад в вакуумі.

На основі методу Кельвіна було розроблено прилад, який дозволяє в ручному або автоматичному режимі здійснювати сканування поверхні з кроком в 0.5 мм. Характерною особливістю даної установки є те, що компенсація потенціалу поверхні, підведення зонду до поверхні на необхідну відстань та зміна положення зонду відносно зразка здійснюється цифровою електронною системою, що дає можливість проводити вимірювання в вакуумі.

Блок схема розробленої автоматизованої установки для вимірювання потенціалу поверхні приведена на рис. 1. В основі установки лежить цифрова система (ЦС), що базується на восьмирозрядних мікроконтролерах фірми ATMEL. Мікропроцесорна система забезпечує

¹ Канд. фіз.-мат. наук, доц., доцент каф. Мікро- та наноелектроніки, ЗНТУ

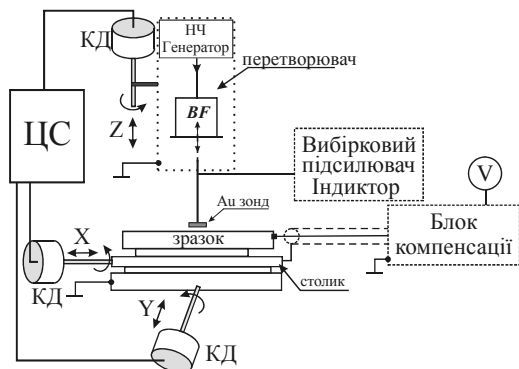


Рисунок 1. Блок схема автоматизованої установки для вимірювання потенціалу поверхні

переміщення зонду відносно досліджуваної поверхні у напрямках X, Y, Z за допомогою крокових двигунів. Важлива конструкція переміщення вздовж вісі Z дозволяє здійснювати покрокове переміщення з точністю 0.5 мкм.

Блок компенсації складається з аналогової та цифрової частини і має зв'язок із виходом вибіркового підсилювача.

Алгоритм роботи мікропроцесорної системи блоку компенсації дозволяє автоматично визначати напругу компенсації, яка фактично є різницею потенціалів між зондом та досліджуваною поверхнею. Значення напруги визначається з діапазону $-2.5 \dots 2.5$ В з точністю 2 мВ.

При визначенні поточного значення різниці потенціалів мікропроцесорна система здійснює переміщення у напрямках X, Y, Z для встановлення у нове положення, крім того виконується посилка даних на персональний комп'ютер, де відбувається запис даних у текстовий файл.

Створена установка дозволяє досліджувати фізико-хімічні властивості поверхні як масивних матеріалів, так і тонких плівок, що дозволяє застосовувати її в наукових дослідженнях, а простота конструкції, надійність, повна автоматизованість і дешевизна – на підприємствах.

На підставі аналізу конструкції експериментальної установки можна зазначити, що розроблений прилад дозволяє проводити автоматизовані вимірювання з наступною реєстрацією результатів в електронному вигляді, що суттєво зменшує час дослідження та запобігає похибкам, зумовленим «людським» фактором.

Список літератури

1. Вудраф Д. Современные методы исследования поверхности /Д.Вудраф, Т.Делчар.- М.: Мир, 1989.- 564 с.
2. Алейников Н.М. Про некоторые особенности метода динамического конденсатора /Н.М.Алейников, С.П.Грибков // Поверхность.- 1985.- №12.- С.70–76.

ВПЛИВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ЧИСЛО ЕНЕРГЕТИЧНИХ СТАНІВ 2D-ЕЛЕКТРОННОГО ГАЗУ В МЕТАЛАХ

Відомо, що магнітне поле істотно впливає на структури зниженої розмірності, а також на явища переносу в них. Це зумовлене тим, що прикладене до наноструктури магнітне поле може створювати додатковий або підсилювати наявний латеральний конфайнмент [1].

Рівноважні властивості електронного газу в наноструктурах, в основному, визначаються енергетичним спектром, який, в свою чергу, зумовлений геометрією системи. Енергетичний спектр 2D-електронів, що знаходяться в потенціальному ящику глибиною U_0 і шириною L , у перпендикулярному магнітному полі B_0 має вигляд:

$$\varepsilon_{n,l} = \frac{\hbar^2 k_{xn}^2}{2m_e L^2} + \hbar \omega_c \left(l + \frac{1}{2} \right), \quad (1)$$

де m_e – маса вільного електрона; k_{xn} – корені трансцендентного рівняння

$$k_{xn} L = \pi n - 2 \arcsin \frac{k_{xn}}{k_0}, \quad (2)$$

$$\hbar k_0 = \sqrt{2m_e U_0},$$

$$\omega_c = \frac{eB_0}{m_e}$$

– циклотронна частота.

Як відомо, 2D-системи в перпендикулярному квантуючому магнітному полі стає аналогом 0D-системи, для якої співвідношення для густини станів має вигляд:

$$g(\varepsilon) = 2 \sum_{n,l} \delta(\varepsilon - \varepsilon_{n,l}). \quad (3)$$

Прирівнюючи число заповнених станів числу електронів провідності [2], маємо

¹ Канд. фіз.-мат. наук., доцент кафедри мікро- та наноелектроніки ЗНТУ

$$N = \int_0^{\varepsilon_F} g(\varepsilon) d\varepsilon = 2 \int_0^{\varepsilon_F} \sum_{n,l} \delta(\varepsilon - \varepsilon_{n,l}) d\varepsilon = \bar{n} \Omega, \quad (4)$$

де \bar{n} – концентрація електронів провідності в 3D-металі; ε_F – енергія Фермі 2D-електронного газу.

Розкладаючи δ -функції в ряд Фур'є та обчислюючи інтеграл у виразі (4), отримуємо зручне співвідношення для чисельних розрахунків енергії Фермі:

$$\bar{n} \Omega = \begin{cases} \frac{8}{\pi} \sum_{\kappa=1}^{\infty} \frac{1}{2\kappa-1} \sum_{l=0}^{l_{\max}} \sum_{n=1}^{n_{\max}} \sin \frac{\pi(2\kappa-1)\varepsilon_{n,l}}{\varepsilon_F}, & m = 2\kappa-1; \\ 0, & m = 2\kappa. \end{cases} \quad (5)$$

Межі підсумовування в (5) визначаються: n_{\max} з рівняння (2), а l_{\max} – з нерівності:

$$\frac{\hbar^2 k_{xn}^2}{2m_e L^2} + \hbar \omega_c \left([l_{\max}] + \frac{1}{2} \right) \leq \frac{\hbar^2 k_{x,n+1}^2}{2m_e L^2}. \quad (6)$$

Співвідношення (5) може бути використане для розрахунку ентропії 2D-електронного газу і, відповідно, термо-ЕРС та коефіцієнта Нернста – Етінсгаузена; теплоємності; оптичної провідності та коефіцієнта поглинання тощо. Із загального вигляду виразу (5) випливає, що оскільки число станів представляє собою осцилюючу функцію, то і величини, що виражаються через нього також осцилюватимуть.

Список літератури

1. Гейлер В. А., Маргулис В. А., Шорохов А. В. Магнитный отклик двумерного вырожденного газа в наноструктурах с цилиндрической симметрией // ЖЭТФ, 115, 1450 (1999).
2. Курбацкий В. П., Коротун А. В., Бабич А. В., Погосов В. В. Энергия Ферми и оптическая проводимость квантовых металлических нитей // ФТТ, 51, 2371 (2009).

ОПТИЧЕСКОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОПЛЕНКАХ

В настоящее время широко распространены оптические методы исследования металлических нанопленок. Для анализа результатов экспериментов почти без исключений используется выражение Друде для диэлектрической функции в «классической» форме $\epsilon_{dp} = 1 - \omega_p^2 / \omega(\omega + i\omega_\tau)$, где ω – частота излучения, ω_p – плазменная частота, ω_τ – скорость релаксации, или с некоторыми видоизменениями (см., например, [1-3]). Целью работы является проверка корректности применения диэлектрической функции Друде в этом случае, т.е. когда толщина пленки составляет несколько нанометров и частота излучения находится в инфракрасной области, а также оценка возможного квантового эффекта в оптическом поглощении при таких условиях.

В работе [4] было получено выражение для диэлектрического тензора $\epsilon_{\mu\nu}$ газа носителей в прямоугольной потенциальной яме, представляющей пленку. Связь между индукцией и напряженностью электрического поля в пленке оказалась нелокальной, т.е. $D_\mu(\vec{r}) = \int \epsilon_{\mu\nu}(\vec{r}, \vec{r}') E_\nu(\vec{r}') d\vec{r}'$. Совместное использование уравнений Максвелла, граничных условий и указанного соотношения между индукцией и напряженностью позволяет найти электрическое поле и вычислить поглощение в единице объема пленки

$$Q = \frac{i\omega}{16\pi} \iint \left\{ \epsilon_{\mu\mu}^*(\vec{r}, \vec{r}') - \epsilon_{\mu\mu}(\vec{r}, \vec{r}') \right\} E_\mu(\vec{r}) E_\mu^*(\vec{r}') d\vec{r} d\vec{r}'.$$

Вначале мы рассматриваем «квантовые» пленки (однородные по толщине L и удовлетворяющие условию $L \cong \lambda_F^0$). Таковыми являются пленки толщиной в несколько нанометров. Применяем процедуру последовательных приближений, выбрав в качестве исходного выражения для поля в пленке падающую волну с волновым вектором $q_0 = \omega/c$. После его подстановки в диэлектрический тензор было обнаружено, что оптические переходы между уровнями размерного квантования (и вообще

¹ Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики ЗНТУ

любые переходы) отсутствуют, так как $q_0 \ll 1/L$, и мнимая часть у компонент тензора равна нулю. Это означает, что поглощения в пленке не происходит. Таким образом, в однородных нанометровых металлических пленках поглощение в инфракрасной области отсутствует.

В действительности нанометровые пленки очень неоднородные, и из-за рассеяния носителей спектр значений поперечной проекции волнового вектора квазинепрерывный. В таком случае вычисления приводят к результату, что в первом приближении компоненты диэлектрического тензора описываются выражением Друде. Следовательно, использование диэлектрической функции Друде для интерпретации экспериментальных данных является вполне оправданным. Реальная нанопленка поглощает как однородная среда с коэффициентом поглощения (доля энергии, поглощаемая при прохождении излучения через слой вещества единичной толщины), равным

$$\eta = q_0 \operatorname{Im} \epsilon_{dp}.$$

Список литературы

1. A. Pucci, F. Kost, G. Fahsold. Phys. Rev. B 74, 125428 (2006).
2. R. Lovrinčić, A. Pucci. Phys. Rev. B 80, 205404 (2009).
3. M. Hövel, B. Gompf, M. Dressel. Phys. Rev. B 81, 035402 (2010).
4. V.P. Kurbatsky, V.V. Pogosov. Phys. Rev. B 81, 155404 (2010).

МОДЕЛЮВАННЯ В БЕЗРОЗМІРНИХ КООРДИНАТАХ СТАНОВЛЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ НАПРУЖЕНОСТІ НАД ПОВЕРХНЕЮ ОРТОТРОПНОГО КОМПОЗИТА ДЛЯ ЗАДАЧ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО КОНТРОЛЮ

Показано, що за ступінчасто-синусоїдального збурення ортотропного композита задачі дефектоскопії доцільно розв'язувати, моделюючи становлення електромагнітної напруженості в безрозмірних координатах.

Процедура електромагнітного зондування ортотропного композита забезпечується покроковим скануванням вихорострумовими перетворювачами (ВСП) поверхні вздовж напрямку армування. Найзагрозливіші дефекти – розриви й розшарування поверхневих (жгутів) волокнин, котрі являють собою тонкі тріщини: поперечні й уздовжні. Безпосередньо над ними в повітрі зменшена відповідна проекція електричної напруженості – залежно від глибини тріщини. Класифікація тріщин за довжиною обмежена їхніми частинами, котрі опиняються в зоні контролю при скануванні.

Для *-проекції (*=x, y) напруженості перехід до безрозмірних координат здійснюється діленням часової й просторових змінних:

$$T_* = \left[t / \Delta_*^t \right], \quad X_* = \left[x / \Delta_* \right], \quad Y_* = \left[y / \Delta_* \right], \quad Z_* = \left[z / \Delta_* \right], \quad (\Delta_* = c \cdot \Delta_*^t)$$

на відповідні кроки $\Delta_*^t = 4\pi\epsilon_0 / \sigma_*$ й $\Delta_* = 4\pi_0 / \rho\sigma_*$, де σ_* – провідність

уздовж *-координати, $\rho = \sqrt{\mu_0 / \epsilon_0}$ і $c = 1 / \sqrt{\mu_0\epsilon_0}$ – хвильовий опір і швидкість поширення хвиль у повітрі.

Критерію Найквіста задовольняють величини використовуваних кроків, що забезпечує коректну дискретизацію. Тому саме в певних вузлах дискретної сітки доцільно розмішувати точкові джерела стороннього струму, котрі моделюють ВСП.

Приклад. Для ортотропного композита з провідностями $\sigma_x = 0.111 \cdot 10^3 \text{ См/м}$ і $\sigma_y = 0.185 \cdot 10^3 \text{ См/м}$ впоперек і вздовж напрямку армування, відповідно, кроки дискретизації дорівнюють: $\Delta_x = 0.3 \text{ мм}$, $\Delta_x^t = 1.001 \cdot 10^{-12} \text{ с}$ і $\Delta_y = 0.18 \text{ мм}$, $\Delta_y^t = 0.601 \cdot 10^{-12} \text{ с}$. Відповідні частоти

Найквіста складають: $f_x = 1 / \Delta_x^t = 0.999 \text{ THz}$ і $f_y = 1 / \Delta_y^t = 1.664 \text{ THz}$.

У безрозмірній $(X_x, Y_y, 0)$ - площині подається колом масив

¹ К. т. н., доцент каф. ЕОМ ДНУ,

² Д. т. н., проф., каф. ЕОМ ДНУ

точкових джерел еліпсоподібної форми із співвідношенням напіввісей a/b , зворотно пропорційним відношенню провідностей σ_x/σ_y .

Якщо γ – кут між віссю абсцис і вектором стороннього струму джерела збудження з обвідною $U(t) \cdot \sin 2\pi ft$, де частота $f \leq 0.5 IT\mu$, а $U(t)$ – симетрична ступінчаста функція, то елементарна крокова напруга

$$\Delta_* \cdot e(x, y, z, t) = \Delta_* \cdot \frac{e_*(x, y, z, t)}{F_*} \quad (*=x, y; F_x = \cos \gamma, F_y = \sin \gamma) \quad (1)$$

протягом перехідного процесу її становлення подається в безрозмірних координатах граничним виразом

$$-\frac{1}{R_*^{(1)}} + \frac{1}{R_*^{(2)}} \left\{ 1 - \frac{2}{I_0 \left[2\sqrt{-i(T_* - R_*^{(2)})} \right]} \right\}. \quad (i = \sqrt{-1}) \quad (2)$$

де H_* – відстань від $(X^{(0)}, Y^{(0)}, O)$ – джерела до поверхні композита (зазор) чи до дна тріщини, $R_*^{(1)} = \sqrt{(X_* - X_*^{(0)})^2 + (Y_* - Y_*^{(0)})^2 + Z_*^2}$ і $R_*^{(2)} = \sqrt{(X_* - X_*^{(0)})^2 + (Y_* - Y_*^{(0)})^2 + (2H_* - Z)^2}$, – віддаленості (X, Y, Z) – точки повітряного напівпростору (при $Z < H$) від фактичного і фіктивного точкових джерел із координатами $(X^{(0)}, Y^{(0)}, 0)$ і $(X^{(0)}, Y^{(0)}, 2H)$, відповідно; $R_*^{(3)} = H_* R_*^{(2)} / (2H_* - Z_*)$ – частина відстані $R_*^{(2)}$ в композиті; I_0 – модифікована функція Беселя уявного аргументу 0-го порядку.

Вираз (2), незалежний від фізичних констант і напрямку стороннього струму, обґрунтовує подібність у безрозмірних координатах просторово-часових розподілів x - та y -проекцій, визначених добутком (1).

Якщо $\sigma_x = \sigma_y$, то $\Delta_x = \Delta_y$ і $\Delta_x^t = \Delta_y^t$, а зазначена подібність перетворюється на тотожність, властиву зондуванню точковим джерелом *ізотропного* провідного середовища (коли доцільно усунути зірочку в нижньому індексі змінних із виразу (2)).

Повернення до розмірних прямокутних координат здійснюється за допомогою виразів, зворотних до (1), що дозволяє отримати просторово-часові розподіли x - та y - проекцій приведеної електричної напруженості над поверхнею *ортотропного* композита.

Таким чином, при розв'язуванні задач електромагнітного контролю доцільно моделювати становлення електричної напруженості в повітрі над ортотропним композитом в безрозмірних координатах, що дозволяє спростити аналіз завдяки переходу до ізотропної задачі.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИЗВЕСТНЫХ АЛГОРИТМОВ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА ТЕПЛО ВЫДЕЛЯЮЩИХ СБОРОК РЕАКТОРА

В большинстве разработанных к настоящему времени методах, как правило, используется активная томография, предполагающая наличие источника излучения, проходящего через обследуемый объект, и приемника (или группы приемников), регистрирующего прошедшее через объект излучение.

Собственно задачам пассивной эмиссионной томографии ЯТ посвящено довольно ограниченное количество работ. В частности, в наиболее обстоятельной пионерской работе, как и в последующих работах шведских исследователей, ставилась задача обосновать теоретически пассивную эмиссионную томографию ТВС реактора BWR производства АВВ Atom, Sweden квадратной формы, содержащего $8 \times 8 = 64$ круглых твэлов [1]. Целью этих работ являлось установление отсутствия в ТВС одного или более твэлов, поскольку задача томографии ЯТ решалась в рамках программы по обеспечению нераспространения ядерных материалов.

Для установления активности элементов применялись три алгоритма реконструкции томограммы методом последовательных приближений [1,2].

Все три алгоритма основаны на выборе начального приближения искомой матрицы активности в виде равноэлементной. Алгоритмы отличаются способом коррекции, вносимой на каждой последующей итерации [1,2].

При анализе всех описанных алгоритмов установлено, что, в связи с их итеративным характером, они обладают рядом недостатков:

– скорость сходимости их невысока (более того, сходимость их в общем случае вообще не доказана), соответственно время счета может

¹ д.т.н., профессор кафедры Информационных технологий и проектирования в электронике и телекоммуникациях, Одесский национальный политехнический университет

² д.т.н., заведующий кафедрой физики, Одесский национальный политехнический университет

³ к.т.н., докторант кафедры Информационных технологий и проектирования в электронике и телекоммуникациях, Одесский национальный политехнический университет

быть велико настолько, что алгоритм может быть неприменим в реальном масштабе времени при осуществлении штатных технологических операций;

– все алгоритмы используют эмпирические стартовые параметры итерационного процесса, от которых также сильно зависит сходимость; в отдельных случаях неудачный выбор параметра итерационного процесса может увеличить время счета до недопустимых на практике значений, а может вызвать расходимость итерационного процесса.

Однако главным недостатком таких алгоритмов следует считать непригодность для решения задачи томографии в случае большого числа обусловленности матрицы весовых коэффициентов твэлов *W*. Поэтому применение для реконструкции томограммы алгоритмов итеративного типа требует высокой точности измерений. Это, в частности, в работах шведских исследователей достигается сложной специально разработанной коллимационной системой.

Проведенный анализ состояния вопроса позволил сделать выводы:

– существует принципиальная возможность применения эмиссионной гамма-томографии ядерного топлива с целью восстановления распределения продуктов деления на примере ТВС реактора ВВР с 64 твэлами;

– для ТВС реактора ВВЭР-1000, содержащей значительно больше структурных элементов, требуется разработка нового, более эффективного алгоритма томографии;

– с точки зрения реализации томографии в реальном масштабе времени при проведении штатных операций с ЯТ, в частности, перегрузки, требуется достаточно высокая вычислительная эффективность алгоритма.

Список литературы

1. Lutz G. Semiconductor Radiation Detectors. Device Physics / Springer-Verlag. – Berlin Heidelberg 1999, 2007. – 353 p.
2. Акимов Ю.К. Полупроводниковые детекторы в экспериментальной физике / Ю.К. Акимов, О.В. Игнатъев, А.И. Калинин, В.Ф. Кушнирук. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 384 с.

ПОЗИЦІОНУВАННЯ ФОТОННО-КРИСТАЛІЧНИХ ВОЛОКОН В АВТОМАТИЗОВАНІЙ СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ ЗВАРЮВАЛЬНИМ ПРИСТРОЄМ

Автоматизація процесу зварювання фотонно-кристалічних волокон (ФКВ) виконується шляхом введення у зварювальний пристрій системи автоматичного керування [1], узагальнена функціональна схема якої представлена на рис. 1.

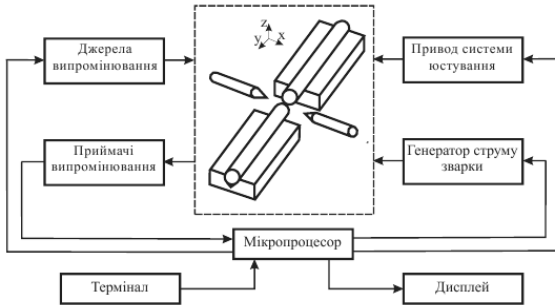


Рисунок 1. Функціональна схема системи керування зварювальним апаратом

Наведена схема відповідає системі керування зварювальних апаратів, які виконанні на основі систем позиціонування PAS та LID. В PAS системах джерелами й приймачами випромінювання являються й відповідно, джерела зовнішнього освітлення волокон і ПЗЗ фотоприймачі, в той час як в системі LID джерело і приймач випромінювання служать для вводу і зняття світлового потоку з волокон, що з'єднуються. Керування системою позиціонування ФКВ, а також струмом зварки (дуги) й джерелами випромінювання здійснюється мікропроцесором, який оброблює сигнали фотоприймачів у відповідності з алгоритмом, що використовується.

Введення необхідних вихідних даних і програми математичної обробки сигналів здійснюється з терміналу зварювального апарату під час контролю цифрової і графічної інформації про введені дані, процеси та результати зварки за допомогою РКІ дисплею.

¹ д.т.н., проф. каф. ТАВР ХНУРЕ

² асистент каф. ТАВР ХНУРЕ

Застосування у зварювальних апаратах ПЗЗ фотоприймачів дозволяє перед початком зварювання візуально контролювати результат центрування, тип волокна, якість торців та мікрозабруднення оптичних волокон, що з'єднуються, а по закінченню зварювання – оцінити якість зварного з'єднання. Крім того, ряд зварювальних апаратів представляє в цифровому вигляді інформацію про значення кута відколу та зсуву осей оболонки (серцевин) волокон до та після зварювання, а також розрахункове значення втрат у місці зварки.

Метод оцінки втрат по осьовим зміщенням, який використовується в PAS системах, дає непряму оцінку затухання та гарантує лише граничну точність вимірів. Метод оцінки по потужності випромінювання, що проходить, покладений в основу LID систем, потребує коректування результатів вимірювання з урахуванням інтерференційних ефектів на кінцевих поверхнях волокон, що також не забезпечує абсолютно точного результату вимірювань.

В даній роботі запропоновано метод позиціонування, який забезпечує високу точність та надійність під час виконання з'єднання фотонно-кристалічних волокон з урахуванням їх складної структури та особливостями виникнення втрат оптичного сигналу при розповсюдженні [2]. Метод базується на аналізі вимірюваного розподілу інтенсивності оптичного поля й обчисленні автозгортки його дискретних значень. Проведені експериментальні дослідження показали, що навіть при наявності значних відхилень вимірювань амплітуди поля присутній яскраво виражений максимум автозгортки. Тому даний метод має високу перешкодозахищеність і значно більшу точність порівняно, наприклад, з інтегральним методом, при якому координати вісі волокна дуже залежать від форми розподілу амплітуди поля, що призводить до грубих помилок, які досягають декілька десятків елементів зображення.

Список літератури

1. Иванов, А.Б. Измерение потерь при термическом соединении оптических волокон [Текст] / А. Б. Иванов, Ю. Г. Скопин // Метрология и измерительная техника в связи. - 1998. - №4.
2. Филипенко, А. И. Метод определения пространственного расположения фотонно-кристаллических волокон в процессе соединения [Текст] / А. И. Филипенко, О. В. Сычева // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. - 2008. - №1 (28). - С. 56–63.

Наукове видання

**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ І ДОСЯГНЕННЯ В ГАЛУЗІ
РАДІОТЕХНІКИ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ**

Тези доповідей

VII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

Технічні редактори Д. М. Піза, С.В.Морщавка
Комп'ютерне верстання С. В. Морщавка, О.О.Дяченко
Відповідальний за випуск С.В.Морщавка

Оригінал-макет підготовлено на кафедрі РТТ ЗНТУ

Підписано до друку 15.09.2014. Формат 60×84 1/16. Ум. друк. арк. 21,62.

Тираж 26 прим. Зам. № 958.

69063, м. Запоріжжя, ЗНТУ, вул. Жуковського, 64, друкарня ЗНТУ

Запорізький національний технічний університет

Україна, 69063, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 64

Тел.: 8(0612) 769-82-96, 220-12-14

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2394 від 27.12.2005.