

Національна Академія наук України
Академія технологічних наук України
Інженерна академія України
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та
військової техніки, Україна
Університет Гліндор, м. Рексхем, Великобританія
Військова дослідницька лабораторія США, м. Аделфі, США
Інститут оборони ім. С. Лазарова, м. Софія, Болгарія
Технічний університет Лодзі, Польща
Технічний університет м. Рига, Латвія
Технологічний університет м. Таллінн, Естонія
Університет Екстрамадура, м. Бадахос, Іспанія
Гомельський державний університет ім. Ф. Скорини, Білорусь
Інститут проблем математичних машин і систем (ІПММС) НАН України
Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут ім. І. Сікорського»
Полтавський національний технічний університет імені Ю. Кондратюка
Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького
Чернігівський національний технологічний університет

П'ЯТНАДЦЯТА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

МАТЕМАТИЧНЕ ТА ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ МОДС 2020

Тези доповідей



Чернігів 2020

Міністерство освіти і науки України
Національна Академія наук України
Академія технологічних наук України
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки, Україна
Університет Глїндор, м. Рексхем, Великобританія
Військова дослідницька лабораторія США, м. Аделфі, США
Інститут оборони ім. С.Лазарова, м.Софія, Болгарія
Технічний університет Лодзі, Польща
Технічний університет м. Рига, Латвія
Технологічний університет м. Талліни, Естонія
Університет Екстрамадура, м. Бадахос, Іспанія
Гомельський державний університет ім. Ф. Скорини, Білорусь
Інститут проблем математичних машин і систем (ІПММС) НАН України
Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут ім. І.Сікорського»
Полтавський національний технічний університет імені Ю. Кондратюка
Черкаський національний університет ім. Б.Хмельницького
Чернігівський національний технологічний університет

**МАТЕМАТИЧНЕ ТА ІМІТАЦІЙНЕ
МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ
МОДС 2020**

**П'ЯТНАДЦЯТА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ**

29 червня – 01 липня 2020 р., Україна, м. Чернігів

Тези доповідей



**Чернігів
2020**

УДК 004.94(063)
М34

Друкується за рішенням вченої ради Чернігівського національного технологічного університету (протокол вченої ради Чернігівського національного технологічного університету № 5 від 30.06.2020).

Редакційна колегія:

Скітер І. С. к.фіз.-мат.н., доцент, ЧНТУ
Войцеховська М. М., аспірант, ЧНТУ
Нехай В. В., асистент, ЧНТУ

Математичне та імітаційне моделювання систем.
М34 МОДС 2020 : тези доповідей П'ятнадцятої міжнародної науково-практичної конференції (29 червня – 01 липня 2020 р., м. Чернігів) / М-во освіти і науки України ; Нац. Акад. наук України ; Академія технологічних наук України ; Інженерна академія України та ін. – Чернігів : ЧНТУ, 2020. – 370 с.

ISBN 978-617-7571-93-2

У збірник включені тези доповідей, які були представлені на конференції “Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС 2020”. В доповідях розглянуті наукові та методичні питання з напрямку моделювання складних екологічних, технічних, фізичних, економічних, виробничих, організаційних та інформаційних систем з використанням математичних та імітаційних методів.

УДК 004.94(063)

ISBN 978-617-7571-93-2

© Чернігівський національний
технологічний університет, 2020

ЗМІСТ

В. В. Вишневецький УПРАВЛІННЯ ЖИТТЄВИМ ЦИКЛОМ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ	17
Фу Хун ПЕРСПЕКТИВИ КИТАЙСКО-УКРАЇНСЬКОГО НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО СПІВРОБІТНИЦТВА.....	19
С.Ф. Теленик, І.В. Стеценко, О.Г. Жданова ВАЛЕНТИН МИКОЛАЙОВИЧ ТОМАШЕВСЬКИЙ – ПРОФЕСОР, НАУКОВЕЦЬ, ДІЯЧ ОСВІТИ.....	25

СЕКЦІЯ 1

СУЧАСНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОГО ТА ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ В ЕКОЛОГІЇ ТА ГЕОЛОГІЇ

ZATSERKOVNYI V.I., PAMPUKHA I.V., LEVINSKOVA N.V., SYNIAVSKA I.K., ТКАЧЕНКО А.А. ANALYSIS OF APPROACHES FOR SOLVING GEOGRAPHIC INFORMATION PROCESSING AND SUBMISSION TASKS IN COMBAT VISUALIZATION SYSTEM.....	30
НОМА V.V., VEZUHLYI V.M., TSYBA M.M., CHUKHLEV O.V., DRYZHYNIN V.A. THE IMPLEMENTATION OF GEOINFORMATION SYSTEMS IN JOINT COMBAT TRAINING OF TACTICAL GROUPS.....	34
С. Ю. Даншина, А. С. Нечаусов ГІС У СОЦІАЛЬНИХ ПРОЕКТАХ МІСТА: АНАЛІЗ МЕРЕЖІ МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДІВ.....	39

О.О. Кряжич, О.В. Коваленко ВИБІР ІНТЕРВАЛІВ АПРОКСИМАЦІЇ ФУНКЦІЇ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ ОПИСУ ЗАБРУДНЕНОЇ ТЕРИТОРІЇ	43
Д.В. Кушнір, Ю.С. Тучковенко МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РІЧНОЇ МІНЛИВОСТІ ГІДРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК У ЛИМАНІ САСИК ЗА УМОВ ВІДНОВЛЕННЯ ВОДООБМІНУ З МОРЕМ	47
Терлецька К., Мадерич В., Бровченко І. ТРАНСФОРМАЦІЯ ВНУТРІШНІХ УСАМІТНЕНИХ ХВИЛЬ НАД ПІДВОДНОЮ СХОДИНКОЮ У ТРИШАРОВІЙ СТРАТИФІКАЦІЇ.....	51
О. РYЛYРЕНКО, М. ЗНЕЛЕЗНУАК, М. SOROKIN, S. KIVVA МОДИФІКАЦІЯ ГІДРОЛОГІЧНОГО БЛОКУ СППР RODOS ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ.....	54
М.В. Талах, С.В. Голуб ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА КЛІМАТИЧНОГО МОНІТОРИНГУ	56
С.О. Заїка, А.Т. Лобурець ЗАСТОСУВАННЯ ДИНАМІКИ ЛАНЖЕВЕНА ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПОШИРЕННЯ ВІРУСНИХ ІНФЕКЦІЙ НА ПРИКЛАДІ COVID-19	60
В.В. Бегун, Т.В. Полщук АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ВИЗНАЧЕННЯ РИЗИКУ КРИТИЧНО ВАЖЛИВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ	64
С.Я. Майстренко, А.А. Полонский, А.В. Халченков, Т.А. Донцов-Загреба, К.В. Хурцилава, О.И. Удовенко, И.В. Ковалец ВЕБ-СЕРВИС МОДЕЛИРОВАНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В ОБЛАЧНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ.....	67

В.В. Кулик, О.І. ЯСТРЕМСЬКИЙ
ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ
ЗАЛЕЖНО ВІД ОБСЯГІВ КІНЦЕВОГО ПОПИТУ71

В.В. Тютюник, О.О. Тютюник, Т.Х. АГАЗАДЕ
РЕЗУЛЬТАТИ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО
МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ КІЛЬКОСТІ
ЗЕМЛЕТРУСІВ З МАГНІТУДОЮ ≥ 5 ПО ЗЕМНІЙ КУЛІ74

СЕКЦІЯ 2

СУЧАСНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОГО ТА ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ У ВИРОБНИЦТВІ

**A.S. CHUMAK, L.Y. BUIVAL, A.M. HUMENNYI,
O.G. GREBENIKOV, D. KONYSHEV**
TRANSPORT CATEGORY AIRPLANE FUSELAGE
MASTER GEOMETRY PARAMETRICAL
MODELING METHOD80

BOGDAN KORNIYENKO, LESYA LADIEVA, LILIYA GALATA
MATHEMATICAL MODEL OF HEAT TRANSFER
PROCESS OF PRODUCTION OF GRANULATED
FERTILIZERS IN FLUIDIZED BED84

**D. LEONTIEV, S. SHUKLINOV,
V. MAKAROV, V. VERBYTSKIYI, A. GUBIN**
STUDIES OF THE RECTILINEAR MOTION OF THE
AXIS OF THE LOCKED WHEEL AFTER BRAKING
THE CAR ON UPHILL87

РЕУТСЬКА С.В., БАКЛАН І.В., ОЛІЙНИК Ю.О., ЛИЩУК К.І.
ПІДХІД ДО ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ В ДАНИХ ЕКГ91

АЛЕКСИКОВ І.О., ДОЛІННА Є.О.
МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ПЕРЕДБАЧЕННЯ
ПРОСТОЇВ НА ВИРОБНИЦТВІ ДЛЯ
ТЕРМОПЛАСТАВТОМАТУ95

ЛАКТИОНОВ О.І.
МЕТОДИ ТА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ
ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ВИГОТОВЛЕНОЇ ПРОДУКЦІЇ 99

**Годун Р.Л., Савельєв М.В.,
Висотський Є.Д., Сущенко К.О., Скитер І.С.**
АНАЛІЗ НЕЙТРОННОЇ АКТИВНОСТІ НА ПЕРИФЕРІЇ
ЛОКАЛІЗОВАНИХ В НБК-ОУ НАКОПИЧЕНЬ
ПАЛИВОВМІСНИХ МАТЕРІАЛІВ 103

СЕКЦІЯ 3

СУЧАСНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОГО ТА ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ В ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

ANDRIY BOYCHENKO, DMYTRO LANDE
GENERATION OF INFORMATION IMPACTS
SCENARIOS IN MANAGEMENT DECISION
SUPPORT SYSTEMS 110

Y.O. HORONOVYCH
NETWORK SECURITY CONFIGURATION
ALGORITHM FOR LINUX SERVERS 111

L. PETROV, N. STOIANOV
ANALYSIS OF CRITICAL INFORMATION
INFRASTRUCTURE PROTECTION MODEL (СІРМ) 116

Ю.М. Лисецкий, Д.И. Калбазов
ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ 117

Міщенко М.В., Гребенник А.Г., Трунова О.В.
ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ ЗАГРОЗ
З ВИКОРИСТАННЯМ МЕРЕЖ БАЙССА 120

V.G. KRASILENKO, A.A. LAZAREV, D.V. NIKITOVICH SIMULATING AND RESEARCH OF BLOCK PARAMETRIC MATRIX AFFINE-PERMUTATION CIPHERS (BP_MAPCS) FOR CRYPTOGRAPHIC TRANSFORMATIONS	123
SERGEY A. STANKEVICH, ARTEM A. ANDREIEV, ARTUR R. LYSENKO MULTIFRAME REMOTE SENSED IMAGERY SUPERRESOLUTION	128
JOHN N. DAVIES, MARIYA VEROVKO, OLEKSANDR VEROVKO, IRYNA SOLOMAKHA INTEGRATING AI-ALGORITHMS INTO CHATBOT DEVELOPMENT USING AWS SERVICES	132
O.F. VOLOSHYN, D.I. KOVALIOV USING NATURAL LANGUAGE PROCESSING IN EVALUATING OPEN QUESTIONS	134
М.В. Сорокин МОДЕЛИРОВАНИЕ КОРАБЕЛЬНЫХ ВОЛН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УРАВНЕНИЙ МЕЛКОЙ ВОДЫ НА GPU	137
N.T. STOIANOV, M.G. BOZHILOVA EXPERT'S STUDY ON SITUATIONAL AWARENESS OF OPERATIONS DIRECTED AT THE WIDE DISSEMINATION OF MALICIOUS INFORMATION	141
N.T. STOIANOV, M.G. BOZHILOVA, G.R. VELEV HONEYPOT TYPES AS A POSSIBLE DATA SOURCE FOR THE CYRADARS PROJECT	144
D.V. LANDE, O.O. DMYTRENKO, O.V. ANDRIICHUK, V.V. TSYGANOK, Y.V. PORPLENKO BUILDING OF DIRECTED WEIGHTED NETWORKS OF TERMS FOR DECISION-MAKING SUPPORT DURING INFORMATION OPERATIONS RECOGNITION	147

А.М. Хошаба, В.В. Литвинов, В.Ф. Гречанинов, К.С. Завертайло МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СТРУКТУР В ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЯХ.....	148
Ібнұхсейін І., Суворова В.Є. ЗАДАЧА СКЛАДАННЯ РОЗКЛАДУ МЕТОДОМ ПРОМЕНЕВОГО ПОШУКУ	152
BAKRI MADON, GARY LOH CHEE WYAI, A.V. JURCHENKO, Y.M. TKACH, M.E. SHELEST DEVELOPMENT OF SARAWAK ENCRYPTION STANDARD TO SECURE SARAWAK DIGITAL ECONOMY INFRASTRUCTURE AND ENABLE UBIQUITOUS DEPLOYMENT OF IOT DEVICES AND SOLUTIONS	155
И.В. Богдан, А.А. Задорожний МЕТОДЫ ПРИОРИТЕЗАЦИИ ЗАДАЧ В ГИБКИХ МЕТОДОЛОГИЯХ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	158
ALYOSHIN S., НАІТАН О. NEURAL NETWORK TECHNOLOGY OF RECOGNITION OF HACKER APPLICATIONS FOR TRAFFIC INTERCEPTION AND ANALYSIS.....	162
П.Д. СЕСПЕДЕС Гарсия, Н.В. СЕСПЕДЕС Гарсия АТРИБУТЫ И МЕТРИКИ ГАРАНТОСПОСОБНОГО ПРОГРАМНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	164
Голуб С.В., Куницька С.Ю. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ АГЕНТИ МОНІТОРИНГОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ.....	167
Голуб С.В., Толбатов Д.В. ПРОТЕКЦІЯ АРГУМЕНТІВ ПРИ СИНТЕЗІ ПРОГНОЗНИХ МОДЕЛЕЙ В МОНІТОРИНГОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ	169

Курто О.С. МОДЕЛЮВАННЯ КЛАСІВ ТЕКСТОВИХ ДОКУМЕНТІВ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ЇХ ПРИКЛАДНОЇ НАПРАВЛЕНОСТІ.....	171
С.М. Лапач ОЦІНКА СТРУКТУРНОЇ СТІЙКОСТІ РЕГРЕСІЙНОЇ МОДЕЛІ	174
Медведніков Д.С., Олійник Ю.О. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ ТА МЕТОДІВ СЕНТИМЕНТ АНАЛІЗУ З ПІДТРИМКОЮ УКРАЇНОМОВНИХ ТЕКСТІВ.....	178
Гончаров К.О., Онуфрієва А.О., Попенко В.Д., Сперкач М.О. СКЛАДАННЯ РОЗКЛАДУ ВИВЧЕННЯ ТЕМ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ДО ІСПИТУ ЗА УМОВИ ОБМЕЖЕНОГО ЧАСУ.....	181
Оксанич І.М., Лопушанський А.В. ПОБУДОВА МОДЕЛІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ В РОЗРІЗНЕНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ.....	185
О.С. Тарасов, А.Г. Гребенник, Трунова О.В. ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИАГЕНТНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ЗАХИСТУ КОРПОРАТИВНИХ МЕРЕЖ.....	186
Кудряшова О.В., Блюс І.В. ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРО ВІДРЯДНУ ОПЛАТУ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АВТОТРАНСПОРТУ	190
Ровник О.С., Трунова О.В. ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА РОЗПІЗНАВАННЯ ТА ОБРОБКИ ПЕРВИННОЇ ПРОЕКТНОЇ ІНФОРМАЦІЇ	194
Н.О. Абрашина КОНЦЕПТ СИСТЕМИ ВІРТУАЛЬНОГО ТИРУ НА ОСНОВІ ВІДЕО-ВВОДУ	196

КОВАЛЕНКО М.А., Дорощ М.С. СТВОРЕННЯ MLOPS ІНФРАСТРУКТУРИ ЗА ДОПОМОГОЮ ХМАРНИХ РІШЕНЬ.....	198
АНДРУСЕНКО Б.Г., МАМЧУРОВСЬКИЙ В.С., ТРУНОВА О.В. ПОРІВНЯННЯ МОВ ПРОГРАМУВАННЯ PYTHON TA R B DATA SCIENCE	201
А.В. ЯРМІЛКО, І.О. РОЗЛОМІЙ, Г.В. КОСЕНЮК МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЗАХИЩЕНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ХЕШУВАННЯ.....	205
КАЧАНОВСЬКИЙ П.П. ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ АВТОРСТВА ТЕКСТУ НА ОСНОВІ СИНТЕЗУ ФОРМАЛЬНИХ МЕТОДІВ АТРИБУЦІЇ.....	208
С.В. ГРИБКОВ, В.А. ЛИТВИНОВ, А.В. ОЛЕЙНИК ІНСТРУМЕНТАЛЬНА МОДЕЛЬ ПОДСИСТЕМИ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ.....	212
ФЕДОРОВ В.В., ЛУДАНИК Р.В. РОЗРОБКА МОБІЛЬНОЇ ГРИ “PHOTO HUNTER”.....	215
МУХА АР.А. АТРИБУТИВНА МОДЕЛЬ ГАРАНТОСПОСОБНОСТІ КОМПЬЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ.....	217
ЖУРКО Д.О., БЛОУС І.В. МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ СЛУЖБИ ПІДТРИМКИ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕРЕЖ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ	219
Т.З. ФИДАРОВ СТРУКТУРА И ОРГАНИЗАЦИЯ ВЕБ-СЛОВАРЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТЯХ РАЗРАБОТКИ, МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПОДДЕРЖКИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГАРАНТОСПОСОБНЫХ СИСТЕМ	221

Н.О. Ткачук МОРФОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ОБРОБКИ ПРИРОДНОЇ МОВИ ДЛЯ РОБОТИ З ПОШУКОВИМИ ЗАПИТАМИ.....	225
Філон А.А., Гребенник А.Г. АДАПТИВНЕ УПРАВЛІННЯ ЗАХИЩЕНІСТЮ КОРПОРАТИВНОЇ МЕРЕЖИ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ.....	229
Ю.В. Бугай, З.М. Веремей 3D-МОДЕЛЮВАННЯ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ВНЗ В УКРАЇНІ.....	233
S.B. Prykhodko, N.V. Prykhodko MATHEMATICAL MODELING OF NON-GAUSSIAN DEPENDENT RANDOM VARIABLES BY NONLINEAR REGRESSION MODELS BASED ON THE MULTIVARIATE NORMALIZING TRANSFORMATIONS.....	236
Н. Сарывова, У. Ямненко REAL-TIME MOTION CONTROL SYSTEM FOR CAMERA CRANE BASED ON PID CONTROLLER AND INERTIAL MEASUREMENT UNIT	239
М.І. Грищенко, В.О. Бойко, М.С. Дорош ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОБАЖАНЬ СПОЖИВАЧІВ ЗАКЛАДІВ ХАРЧУВАННЯ	246
В.Ф. Гречанинов, А.В. Лопушанський ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У СФЕРІ БЕЗПЕКИ ТА ОБОРОНИ	249
ANDRIY DEMYDENKO WHAT TYPE OF MODELLING COULD BE USED FOR EFFECTIVE WATER SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOAL 6 ACHIEVEMENT?	253

A.M. ISKRYZHITSKYI, O.K. ISKRYZHITSKA, O.V. TRUNOVA, L.K. SVETENOK DEVELOPING AND DEPLOYING OF CNTU COMMUNICATION SYSTEM CALLED “STU&TGRAM”	253
N.D. PANKRATOVA, V.A. PANKRATOV EVALUATION OF INFORMATION RELIABILITY SENSORS OF CYBER-PHYSICAL SYSTEM.....	256
МАКСИМОВ А.Є., ТИМЧЕНКО А.А. ЦИФРО-АНАЛІТИЧНА ТЕХНОЛОГІЯ СИСТЕМНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСІВ КЕРОВАНОГО РУХУ	260
А.О. ЗАВОРОТНИЙ, В.В. НЕХАЙ ПЛАГІН ВІДЕОПЛЕЄРА ДЛЯ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ КАДРІВ	262
КУЧЕРЯВЕНКО М.О., ГРЕБЕННИК А.Г. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ВІЗУАЛЬНОЇ МОДЕЛІ РУХУ НЕБЕСНИХ ТІЛ.....	267
В.І. САЛАПАТОВ ОПИС, МОДЕЛЮВАННЯ ТА РОЗРОБКА ПРОГРАМ	269
В.А. УМАНСЬКИЙ РОЗВ’ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧІ ПІДТРИМКИ ПРАВЦІВНИКА МОБІЛЬНОЇ ГРУПИ З УРАХУВАННЯМ ЧАСОВИХ ВІКОН	272
А.В. ФЕДУХИН ЭФФЕКТ ДИХОТОМИИ В СТРУКТУРНОЙ НАДЕЖНОСТИ ДУБЛИРОВАННЫХ СИСТЕМ	275
N.R. BALYK, I.M. GROD, S.V. MARTYNUK, Y.P. VASYLENKO, V.P. OLEKSIUK WEB-SERVICE FOR NETWORK GRAPH BUILDING FOR WORKS PLANNING	277
О.О. ДРУЖИНИН ДЕТЕКТУВАННЯ ІНТЕРЕСІВ КОРИСТУВАЧІВ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ	280

Секція 4
Сучасні аспекти математичного та імітаційного
моделювання зразків техніки спеціального
призначення

SAVKOV P.A., STORUBLOV O.I., SYNAVSKA I.K., ZATSERKOVNYI V.I., OLSHEVSKIY YU.V. THE USE OF THE TILE STRUCTURE OF SPATIAL DATA IN NETWORK-CENTRIC ARMED FORCES MANAGEMENT SYSTEMS	286
HEORHADZE O.A., KHARABARA V.I., VYNOKUROV D.V., HAKHOVICH S.V., SAVCHENKO T.V. METHODICAL APPROACH TO EVALUATE THE YOUNGER SPECIALISTS COMPETENCE LEVEL IN THE SPECIALIZATION OF “TOPO-GEODESIC AND NAVIGATION SUPPORT OF TROOPS (FORCES)” IN THE TRAINING CENTER.....	291
М.А. Закалад, М.Ю. Голобородько, В.Б. Полщук АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ АРХІТЕКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ЛОГІСТИКИ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ.....	296
М.А. Закалад, А.С. Мулявка, В.Б. Полщук ПІДХОДИ ДО РОЗРОБКИ ІТ-АРХІТЕКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ІТ-СТРАТЕГІЇ МІНІСТЕРСТВА ОБОРОНИ УКРАЇНИ	300
В.Б. Полщук, І.С. Нетесін, В.Ф. Гречанинов, В.М. Закалад ПІДХІД ДО ПОРЯДКУ ПРОЕКТУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ.....	304

Олійник Р.М., Цілина С.В., Єрмоленко О.В. МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ЖИВУЧОСТІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВОГНЕМ ЗЕНІТНОГО ПІДРОЗДІЛУ (ЧАСТИНИ) З ВИКОРИСТАННЯМ МОДЕЛЮВАННЯ	308
Москалець С.В., Живець Ю.М., Шумигай О.В. МОДЕЛЮВАННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РОЗСІЮВАННЯ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ БОЄПРИПАСІВ	309
С.П. Корнієнко, І.В. Корнієнко, В.А. Дмитрієв, А.Г. Павленко, Д.О. Камак ДОСЛІДЖЕННЯ НЕРІВНОМІРНОСТІ ПОТОКУ ВИМОГ НА ВИПРОБУВАННЯ ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ	310
О. VARABASH, V. TYURIN, P. OPEN'KO, N. DAKHNO, H. SHEVCHENKO, A. PAVLENKO THE PROBLEM OF TRAJECTORY CONTROL WITH MINIMUM FUEL COST	314
О.О. Акимов, В.Т. Бояров, М.М. Жданюк ПРО ВИЗНАЧЕННЯ ПЛАВНОСТІ ХОДУ БРОНЕАВТОМОБІЛІВ.....	317
П.Л. Аркушенко, В.В. Борщ, О.І. Вервейко, А.В. Коваленко ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ ПРИ ВИПРОБУВАННЯХ ВІДБІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ.....	321
А.Г. Артикула, Д.М. Бритов, Д.М. Крючков, Р.В. Титаренко ОБґРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ МЕТОДУ ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ РАДІОТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ	324

О.І. ДЕНИСОВ, Ю.О. ДЕНИСОВ, О.О. БУРСАЛА ПОХІБКА РЕГУЛЮВАННЯ ПРОЦЕСОМ СТАБІЛІЗАЦІЇ ФАЗИ РОБОЧОГО ОРГАНУ РОБОТОТЕХНІЧНОГО КОМПЛЕКСУ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	328
С.В. КУКОБКО, О.Г. ВЕТОШКІН, С.В. ГЕРАСИМОВ, О.В. ГРЕЧКА МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ НЕСТАБІЛЬНОСТІ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ.....	331
С.В. КУКОБКО, О.Г. ВЕТОШКІН, Є.С. РОЩУПКІН, В.В. ДЖУС АВТОМАТИЗОВЕ ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ РОЗНЕСЕНИХ ЕЛЕКТРОННИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ	335
І.М. ЛАППО, О.В. ЧЕРВОТОКА, М.О. ГЕРАЩЕНКО ВЗАЄМНИЙ ВПЛИВ ТЕПЛОВИХ ДЖЕРЕЛ НА ТЕМПЕРАТУРНИЙ СТАН ПІД ЧАС ОБРОБЛЕННЯ ОТВОРІВ КОМБІНОВАНИМ ІНСТРУМЕНТОМ	339
О.О. САУТІН, С.В. РУДНІЧЕНКО, М.М. ГЕРАЩЕНКО, М.О. СОЛОДЧУК БЕЗПЕКА ПУСКУ БЕЗПЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ ПРИ ВИКОРИСТАННІ СТАРТОВОЇ ГУМОВОЇ КАТАПУЛЬТИ	343
В.М. ЧУПРИНА СУЧАСНІ МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ВИПРОБУВАННЯХ СПЕЦІАЛЬНОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ	344
В.Г. ШАПОРЕНКО, В.А. ДМИТРІЄВ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПОВІТРЯНОГО ДЕСАНТУВАННЯ З МЕТОЮ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПАРАШУТНИХ СИСТЕМ	347

Секція 5

Сучасні аспекти математичного та імітаційного моделювання систем в управленні проектами

А.В. Казмірчук, М.О. Сперкач, О.Г. Жданова МОДЕЛЮВАННЯ СТРАТЕГІЙ НАРАХУВАННЯ БОНУСІВ СПІВРОБІТНИКАМ КОМПАНІЇ.....	352
О.В. Малишев МОДЕЛЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ У ПРОЦЕСАХ УПРАВЛІННЯ ЖИТТЄВИМ ЦИКЛОМ СИСТЕМ (ЕСКІЗ ФОРМАЛЬНОГО ПІДХОДУ).....	356
О.М. Кношова, L.O. NIKIFOROVA, A.A. SHYIAN MODEL FOR CALCULATION OF MANAGEMENT EFFICIENCY FOR HIGH STAFF OFFICERS.....	360
Ю.Ю. Мартинюк, М.О. Сперкач ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПЛАНУВАННЯ РЕСУРСІВ ІТ- ПРОЕКТІВ	363
Т.К. Єременко, Ю.Г. Пилипенко ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ВИПРОБУВАННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ДІЯЛЬНІСТЮ У ЦАРИНІ ВІЙСЬКОВОГО УПРАВЛІННЯ.....	367

УПРАВЛІННЯ ЖИТТЄВИМ ЦИКЛОМ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

В.В. Вишневський

Інститут проблем математичних машин і систем НАН України

Пам'яті професора Литвинова В.В. присвячується

В 2018-2019 роках мені довелося координувати велику дослідницьку роботу в інтересах Міністерства оборони України. Робота була присвячена дослідженню сучасних підходів та розробці відповідних регламентуючих відомчих документів для управління життєвим циклом інформаційних систем воєнного призначення. Саме під час цієї роботи часто пригадував свої перші контакти з професором Литвиновим Віталієм Васильовичем, які припали на початок двохтисячних років, коли Віталій Васильович перейшов з групою дослідників до нашого інституту. Адже, саме завдяки Вітаю Васильовичу Литвинову в нашому інституті почали використовуватись такі терміни, як: технологічна зрілість компанії, модель бізнес-процесів, модель предметної галузі, інженерія складної системи, процесний підхід та інші сучасні терміни, які зараз вже введені до національних стандартів з інженерії систем. В тих проектах, які довелося виконувати під керівництвом професора Литвинова, використовувались шаблони документів, що безумовно відображали ці сучасні терміни та процесний підхід взагалі. А от для переносу цього підходу на рівень інженерних розробок в інтересах оборони держави знадобилося майже 20 років. При цьому, цей процес переходу знаходиться лише на початковій стадії, оскільки до цього часу при розробках складних інформаційних систем ми використовуємо документо-орієнтовані радянські стандарти групи ГОСТ34.

Цікаво зазначити, що при більш глибокому вивченню процесно-орієнтованих підходів проектування у порівнянні з документо-орієнтованими підходами ГОСТ34 з'ясувалося, що останнім взагалі не передбачено терміну «управління життєвим циклом», хоча поняття «життєвий цикл автоматизованої системи» має визначення і в ГОСТ34. Пояснюється це дуже просто. Для того, щоб управляти, треба детермінувати діяльність по створенню системи до типових процесів, які мають свої входи та виходи. Тоді, обираючи комплекти тих чи інших процесів для конкретного проекту, буде можливим бачити весь життєвий цикл інформаційної системи в динаміці та управляти ним. Самі процеси на цей

час вивчаються дисципліною з назвою «інженерія систем» або «системна інженерія» та рекомендовані в стандарті ISO15288, який вже має українську локалізацію та статус ДСТУ [1].

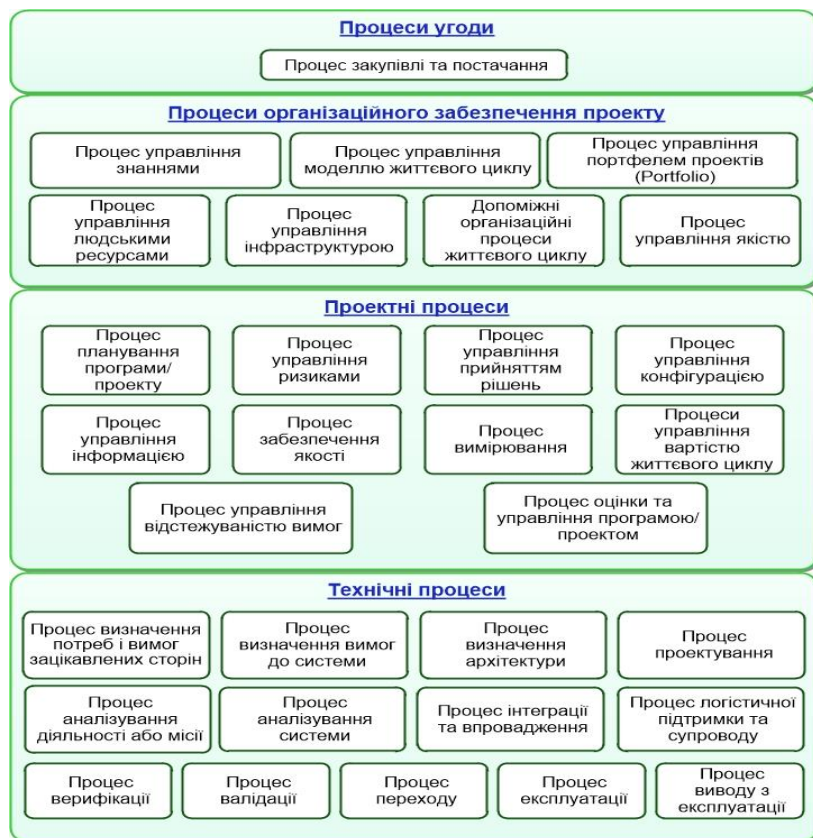


Рис.1 Процеси життєвого циклу інформаційних систем

Для систем воєнного призначення, зокрема інформаційних систем міністерства оборони України, нами локалізовані рекомендації НАТО, які викладені в адміністративних протоколах AAR20 та AAR48 НАТО та в цілому також відповідають стандарту ISO15288. Загальна схема процесів наведена на рис. 1.

Як можна побачити з рис. 1 всього таких процесів на цей час виділено 31 і вони розділені на 4 групи, а саме – процеси угоди, процеси організаційного забезпечення проекту, проектні процеси та технічні процеси.

Найбільш складною задачею в ході управління життєвим циклом, на наш погляд, є організаційні рішення на боці Замовника. Оскільки таку рекомендовану кількість процесів для кожного проекту здатні організувати та виконувати лише відповідні проектні офіси, які на цей час просто відсутні.

Отже, перехід на сучасні підходи управління життєвим циклом інформаційних систем в наших реаліях ще попереду.

Література

1. ДСТУ ISO/IEC/IEEE 15288:2016 (ISO/IEC/IEEE 15288:2015, IDT) Інженерія систем і програмного забезпечення. Процеси життєвого циклу систем

УДК 339.944.2

ПЕРСПЕКТИВИ КИТАЙСКО-УКРАЇНСЬКОГО НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО СПІВРОБІТНИЦТВА

Фу Хун

Керівник проектів

Китайсько-український Центр інноваційного співробітництва в

Харбіні,

компанія Hua Yue Oriental enterprise consulting management LTD.

Китайська Народна Республіка

huayuedongfang_fh@163.com

Компанія Hua Yue Oriental enterprise consulting management LTD з 2015 року займає провідні позиції в Китаї в області китайсько-українського міжрегіонального співробітництва в сфері освіти, науки і техніки, культури і торгівлі. За останні 5 років компанією було організовано науково-технічні форуми, семінари, зустрічі - "Китайсько-Український науково-технічний інноваційний форум в Харбіні і Перший день України в Харбіні", "Сьома Харбінська міжнародна виставка науково-технічних досягнень і Другий Китайсько-Український науково-технічний інноваційний форум в Харбіні", "Харбінському міжнародний фестиваль льоду і снігу - 2020", третій день України в Харбіні" та ін..

Основне завдання компанії полягає в розвитку науково-технічного, виробничого і культурного співробітництва між китайськими та українськими університетами. Крім того - це перш за все ділова зустріч партнерів, які шукають нові контакти і проекти на міжрегіональному рівні.

Компанія активно проводить роботу в організації спільних досліджень, створення спільних наукових лабораторій, обміну студентами, аспірантами та науковцями. Так в червні 2019 р в м Наньчань компанією був організована міжнародна конференція зі співробітництва в сфері виробництва, освіти і наукових досліджень.

В рамках конференції було проведено форум ректорів китайських і українських університетів і наукові підфоруми. У них взяли участь представники багатьох українських наукових організацій і університетів, зокрема Інституту проблем математичних машин і систем НАН України, НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського », Чернігівського національного технологічного університету. Свої наукові доповіді представили доцент Трунова О.В., доцент Скітер І.С.



Як результат був підписаний договір про науково-технічне співробітництво і створення спільного центру професійно-технічної освіти між Шеньчженським технологічним інститутом і Чернігівським національним технологічним університетом. В результаті зав'язалися тісні наукові зв'язки між університетами.

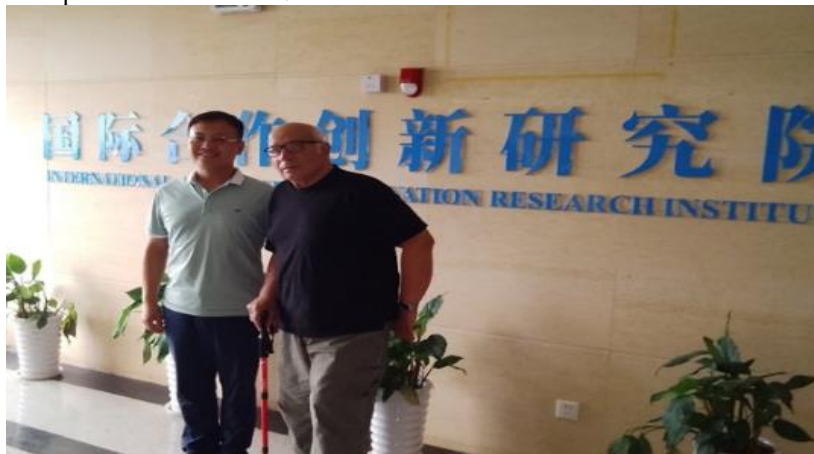


Під керівництвом проф. Литвинова В.В. були розпочаті роботи в області передачі енергії для потреб електротранспорту з Інститутом інтелектуальної науки і техніки Шеньчженського технологічного інституту і Інститутом електронних та інформаційних технологій ЧНТУ.



За організаційної підтримки адміністрації Нового району Харбіна, Харбінського університету комерції, Управління науки і техніки Народного уряду Харбіна і компанії Heilongjiang Huayue Oriental Enterprise Management Consulting 5-7 січня 2020 був проведений 3-й «Китайсько-український науково-інноваційний форум у Харбіні». У його рамках відбувся «круглий стіл» ректорів України і Китаю, в якому взяли участь

керівники Харківського державного університету харчування та торгівлі, Державного університету залізничного транспорту, Сумського державного університету, Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», Харбіну університету комерції, Нанчанського авіаційного університету і університету г.Цзямуси (пров. Хейлунцзян), а також представники Посольства України в КНР та Міністерства освіти Китаю.



Паралельно з зазначеним заходом відбулася науково-інноваційна конференція, на якій, зокрема, були представлені проекти українських вузів і інститутів, які пропонуються китайським партнерам для спільної реалізації та комерціалізації на ринку КНР. На ній представили свої проекти: Харківський університет харчування і торгівлі, Державний університет залізничного транспорту, Сумський державний університет, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харківський державний університет радіоелектроніки, Чернігівський національний технічний університет, Інститут проблем математичних машин і систем НАН України, Інститут електрозварювання ім. Патона, Інститут радіофізики і електроніки НАН України, Український інститут надтвердих матеріалів ім. Бакуля, Миколаївський морський спеціалізований порт «Ніка-Тера».

Компанія Hua Yue Oriental enterprise consulting management LTD розширює комунікаційну і матеріальну базу китайсько-українського наукового співробітництва. На початку січня 2020 року відбулося відкриття

«Китайсько-українського Центру інноваційного співробітництва в Харбіні», який є об'єднаною платформою українських і китайських партнерів.



За рішенням влади Харбіна даний Центр зареєстрований на майданчику Jiangbei Integrated Development Area in Harbin New District і його розвиток також буде забезпечуватися відповідними програмами підтримки, які діють для учасників цієї зони. Керівництво Центром буде здійснювати харбінська компанія Heilongjiang Huayue Oriental Enterprise Management Consulting. З 2015 року ця компанія за узгодженням з владою українських регіонів представляє в Китаї інтереси Харківської області, з недавнього часу інтереси Сумської області, а з січня цього року - інтереси м.Суми, м.Славутич, м.Лозова і м.Одеса.

Створення «Китайсько-українського Центру інноваційного співробітництва в Харбіні» є важливим етапом розвитку двостороннього китайсько-українського співробітництва і буде виступати головним рушієм подальшого розвитку наукового, гуманітарного та торговельно-економічного партнерства. Центр функціонує як структурний підрозділ в економічній зоні Jiangbei Integrated Development Area in Harbin New District і буде використовувати додаткові можливості фінансової підтримки його діяльності, включаючи фінансування реалізації окремих проектів, учасниками яких є вузи та інститути України.

Тому, зараз можна стверджувати, що 5-річний досвід реалізації концепції побудови всеосяжних міжрегіональних відносин між Україною і Китаєм на базі однієї з ключових провінцій КНР дав хороші результати. За 5 років ця платформа розширилася не тільки за рахунок українських регіонів, а й регіонів Китаю - до неї приєдналися, перш за все, вузи і приватні структури з Наньчаню, Сіаню і Шеньчженю, яким не вистачає досвіду самостійної побудови відносин з Україною.

Крім того, вона вже відома в Міністерстві освіти КНР, яке також привертає її до організації наукових заходів як в Китаї, так і в Україні.

Протягом останніх 2-3 років на цьому майданчику розгорнули свою діяльність Харківський інститут ендокринної патології, Дніпровський національний університет, Харківський національний авіакосмічний університет, Київський інститут надтвердих матеріалів, Інститут електрозварювання ім. Патона. Харківським університетом радіоелектроніки було здійснено пілотний проект впровадження в Харбіні технології виробництва альтернативного біопалива з мулових осадів, який отримав схвалення місцевої влади. Зараз опрацьовується поставка устаткування Інституту електрозварювання ім. Патона медичного призначення в провінцію, де партнером виступає медичний університет м. Цзямуси за підтримки місцевого уряду. У вересні 2019 р. більше 80 магістрантів, аспірантів і докторантів Наньчанського університету повітроплавання і космонавтики вступили до Харківського авіаційного університету ім. Жуковського і Київського авіаційного університету.

Ми віримо в подальший розвиток нашої спільної платформи: є прагнення партнерів, є великі плани, є серйозна підтримка. 7 січня 2020 на зустрічі з українською делегацією мер Харбіна Сунь Чже подякував українцям за підтримку історичної пам'яті двох народів, багаторічну співпрацю з Харбіном і підтвердив подальшу готовність міста поглиблювати співпрацю на всіх напрямках, і зокрема, розвивати інструменти фінансування реалізації ефективних спільних проєктів.



ВАЛЕНТИН МИКОЛАЙОВИЧ ТОМАШЕВСЬКИЙ – ПРОФЕСОР, НАУКОВЕЦЬ, ДІЯЧ ОСВІТИ

*С.Ф. Теленик, І.В. Стеценко, О.Г. Жданова
Київський політехнічний університет ім. Ігоря Сікорського*

Раптово обірвалось життя професора Валентина Миколайовича Томашевського. Думками про наукову роботу свого учня, по дорозі на наукову доповідь на семінарі спеціалізованої вченої ради.

Роботі він був відданий завжди. Його знають і поважають в багатьох університетах України та пострадянського простору, оскільки він був провідним фахівцем з імітаційного моделювання систем мовою GPSS, автором широковідомого навчального підручника з моделювання систем [1] та книжки з імітаційного моделювання мовою GPSS [2]. Можна сказати, що саме з його прізвищем пов'язана більшість наукових робіт з цього напрямку наукової діяльності в Україні. Він є розробником інтерактивної системи імітаційного моделювання систем масового обслуговування та транспортних мереж ISS200, яка успішно демонструвалась на виставці CeBIT-2006 у м. Ганновер, Німеччина. Валентин Миколайович приймав участь у науковому редагуванні перекладу найвідомішої книги Кельтона В., Лоу А. “Имитационное моделирование” [3].

Одним з перших в Україні він створив сайт з тематики “Моделювання систем”, де розміщував цікаву інформацію про нові проекти та наукові конференції, які проводяться за цією тематикою. У 2006 році на цьому сайті з'явилося повідомлення про Першу міжнародну науково-практичну конференцію Математичне та імітаційне моделювання систем (МОДС).

Для конференції МОДС він був не просто учасником, членом програмного комітету, а професором, за думкою якого і порадою їхали на цю конференцію молоді та більш досвідчені науковці. Валентин Миколайович завжди підкреслював, що ідея створення конференції належить Віталію Васильовичу Литвинову, а він її тільки підтримав. Проте всі учасники сприймали їх як єдиний ідейний центр конференції. Вони були одностайними в наукових дослідженнях, розвивали та підтримували розвиток імітаційного моделювання в Україні. Завжди дивувало, наскільки широко вони раділи новому науковому результату, цікавій доповіді, хорошему доповідачу. Їх справедливі схвальні відгуки надихали молодих науковців на нові дослідження. Кожного року на конференції апробовувалось десятки кандидатських та докторських наукових робіт і їх автори неодмінно отримували так потрібну перед захистами сувору але справедливу критику професіоналів.

Завдяки Валентину Миколайовичу багато колег-науковців, аспірантів та студентів відкрили для себе таке явище, як конференція МОДС. Після важкого навчального року для кожного учасника ця конференція є “ковтком свіжого повітря” завдяки органічному поєднанню формального і неформального спілкування, наукового і дружнього. І надзвичайно важливу роль у створенні такої атмосфери грали професори В.В. Литвинов та В. М. Томашевський.

Валентин Миколайович працював на кафедрі автоматизованих систем обробки інформації та управління НТУУ “КПІ ім. Ігоря Сікорського” з її заснування у 1978 році. До цього він кілька років уже працював на кафедрі технічної кібернетики нашого університету. Варто зазначити, що його шлях як вченого і професіонала в галузі інформаційних технологій завжди був пов’язаний з КПІ. І впродовж усіх років він завжди виділявся своєю врівноваженістю та справедливістю, прагненням самовдосконалення і розвитку, критичним поглядом на життя у всіх його проявах. У відношеннях зі студентами, встановивши “правила гри”, він ніколи їх не змінював, і саме цим викликав повагу студентів та колег. Такими ж він разом з дружиною Тамарою виховував і своїх дітей - сина Вадима і доньку Наталію.

Валентину Миколайовичу завжди було притаманним сучасне бачення працівника закладу вищої освіти як викладача, вченого і інженера. Його лекції ніколи не зітруться з пам’яті студентів, яким випало у нього вчитися, а підручники з моделювання десятки років є базовими в Україні та й на всьому пострадянському просторі. Його монографії і статті дали поштовх багатьом науковим ідеям його учнів та молодих вчених. Наукові ідеї Валентин Миколайович завжди доводив до інженерних розробок, завершених інформаційних технологій, які приносили користь у різних сферах людської діяльності.



Якщо намагатись трьома словами описати Валентина Миколайовича, то це будуть слова “цілісність, надійність і різнобічність”. При зовнішній стриманості він був дуже людяним. Багато випускників кафедри виконували дипломні проекти та магістерські дисертації під його керівництвом. Валентин Миколайович умів привносити лад в їх міркування, розставляти думки в логічній послідовності, відкидати все зайве,

і те, що спочатку виглядало чимось незрозумілим та заплутаним ставало

цілісним і логічним. Зачасту теплі відносини з його “підопічними” зберігались і підтримувались впродовж багатьох років після отримання ними дипломів.

Рідними для Валентина Миколайовича були Львів, де він з’явився на світ і провів перші роки свого життя, і Київ, де він навчався, створив сім’ю і знайшов себе у освіті і науці. Але Валентин Миколайович ніколи не відгороджував себе від решти світу. Він був патріотом України і почував себе Людиною світу. І це було природним для нього, бо, на його думку, вимагало дотримання однакових життєвих засад.

Валентин Миколайович був людиною різнобічних інтересів, крім роботи у нього було багато хобі: туризм, плавання, фотографія, садівництво (і це далеко неповний перелік). Окрім розумної голови він мав також і золоті руки. Напевно, через однаковий погляд на життя та науку Віталій Васильович Литвинов та Валентин Миколайович Томашевський були також друзями у повсякденному житті.

Бути відданим своїй справі, зберігати відчуття свободи і любові до життя, допомагати творчій молоді проявити свої здібності і розуміти нові наукові ідеї - це те, що здається було сенсом їх життя, і чому слід нам навчитись. Він жив, працював, допомагав, підтримував. Він таким і залишився, але тепер тільки в наших спогадах і наших справах. Незважаючи на те, що на конференції МОДС2020 ми не побачимо рідних облич професорів В.В. Литвинова та В. М. Томашевського, їх ідеї, думки та плани залишиться з нами і нам їх втілювати та продовжувати.

Література

1. Томашевський В.М. Моделювання систем.: навч. підручник – К.: Видавнича група ВНУ, 2005. – 352 с.
2. Томашевский В. Н. Имитационное моделирование в среде GPSS / В. Н. Томашевский, Е. Г. Жданова. – М. : Бестселлер, 2003. – 217 с.
3. Кельтон В., Лоу А.. Имитационное моделирование. – К.: Питер, ВНУ, 2004. – 847 с.

СЕКЦІЯ 1
СУЧАСНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОГО ТА
ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ В ЕКОЛОГІЇ ТА
ГЕОЛОГІЇ

**ANALYSIS OF APPROACHES FOR SOLVING GEOGRAPHIC
INFORMATION PROCESSING AND SUBMISSION TASKS IN
COMBAT VISUALIZATION SYSTEM**

Zatserkovnyi V.I.

*Institute of Geology of Taras Shevchenko National University of Kyiv,
Ukraine*

Pampukha I.V., Levinskova N.V., Syniavska I.K.

*Military Institute of Taras Shevchenko National University of Kyiv,
Ukraine*

Tkachenko A.A.

*National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhov-
skyi, Ukraine*

An analysis of the wars and military conflicts of recent decades has shown that contactless methods of armed struggle have come to the fore. The effectiveness of weapons and the quality of decisions made by the commanders of different levels of control depends on the prompt receipt of information and its transmission to all levels and types of Armed Forces. The development of the modern army, as well as the development of modern society as a whole, is based on the introduction and development of information technologies (IT) and information and communication technologies (ICT). ICT consists of IT, as well as telecommunications, media broadcasts, all types of audio and video processing, transmission, network management and monitoring functions. The positive dynamic of the state of ITC is a central indicator of the competitiveness of the Armed Forces. The decisive factor in the implementation and application of IT and information system (IS) is information, and more precisely the actions related to it: processing, transfer, exchange not only inside and between subject of the information object, but also externally through appropriate network technologies (communications). Automation of the military and communications management processes requires the development and application of special electronic mapping data processing technologies, the development of large-scale integrated systems that encompass all elements of the military organization from primary military teams to senior command of the Armed Forces, and the intellectualization of controls. Obviously, the contradictions that arise between the large flows of information and the available capabilities for processing and using them, necessitate the development of new means of command the AF. Of particular interest are the

so-called military geoinformation system (GIS VP), which have become an integral part of modern automated system for managing troops and weapons, supporting effective decision-making by commanders of different units and levels, planning for military operation and types of combat support. In the Armed Forces governing bodies, digital terrain information (CIM) is used to coordinate time and time different types of information. The CIM enable all levels of AF management to keep up-to-date large-scale special mapping documents, promptly created by the available CIM, to provide information about targets location, develop optimal routes of movement of AF units, and address other specific tasks in the interests of headquarters and troops. The main requirement for GIS VP is to submit large volumes of various coordinate-time information. The data are provided to the military and arms management authorities in the process of researching, analyzing and evaluating the situation, planning operations, preparing target missions and flight tasks. GIS VPs provide:

- increasing the efficiency of officials by timely bringing to them the necessary information about the terrain and the processes;
- possibilities of spatial manipulation of mapping data and development of new connections that used in the decision-making process;
- providing effective means of processing and analysis of spatial-distributed information: operational-tactical; intelligence; background-target information; meteo- and geophysical data; results of monitoring the area of responsibility.

GIS VPs allow to expand the possibility of obtaining terrain data and operational environment during combat by the use of digital images not only in the optical (visible) range but also in other spectral ranges in combination with radar data; automated decryption of objects in space and aerial images; presentation of terrain at different times of day and time of year; complementing large-scale urban plans with a digital model of urban territory, close to plans for buildings and structures. Other important tasks of the GIS VP are to solve a number of tasks related to information support: support of a real-time protected segment of geospace containing coordinate-object data on the deployment of military units, as well as ensuring the regime of distributed use of the said space by all interested bodies of state and departmental management. However, the achievement of these tasks is problematic for a number of reasons:

- a large spatial scope of the visualization system of combat situation (SVBO), which includes the means of collecting, processing, transmission of spatio-temporal information, as well as control points of SVBO and consumers of geoinformation;
- the large number of different sources of geoinformation and the need to operate large volumes of heterogeneous geodata coming from different communication channels, often in incompatible standards; the need for geo-informational support of the relevant state and

departmental authorities for geodata information on the current state of the situation in the interests of managing the units of the Armed Forces, which may be located in different regions of the globe. The features and levels of the various controls impose certain requirements on the characteristics (volume, accuracy, frequency, etc.) of the geo-information they need; the large volume of heterogeneous geodata circulating in the SVBO complicates, and sometimes makes impossible, the effective functioning of the SVBO in the interests of the AF. Thus, it can be stated that there is a problem - the need to ensure the solution of the problems of processing and submission of geoinformation in the WSS with specified efficiency by optimizing the methods of processing and dissemination of geo information in the SVBO (fig.1) (*Antonov N.G., 2007*). The solution of this problem is possible only on the basis of application in the information processes of dynamic display of the combat situation of modern basic mechanisms of geoinformation technologies using the original geoinformation methods of processing and analysis of spatial information. Such logical geoinformation tools include, first and foremost, models and methods for generating spatial information, procedures for storing and editing large-scale spatial information, and methods for managing spatially distributed geodatabase to ensure consistent and consistent processing of these heterogeneous data. Main features of geoinformation in SVBO: 1)volume; 2)multidimensionality; 3)heterogeneity; 4)structuring - lack of a fixed structure of geoinformation; 5)territorial distribution of geoinformation means for obtaining and accumulating geoinformation; 6)uncertainty about the structure and type of geoinformation. Taking into account the identified range of problems, the structure of the computer technology of providing the activity of the Armed Forces can be proposed and the partial tasks for the purpose of the research objective can be formulated (Fig. 2) (*Antonov N.G., 2007*)

Conclusions. The most important tasks of the GIS VP in the process of geoinformation processing are: reducing the dimension of geoinformation from the bottom to the top of the hierarchy due to its generalization (generalization); improving the accuracy of information from the bottom to the top of the hierarchy; transformation of geoinformation into a form suitable for use in management. The prospects for the use of geoinformation technology in military affairs are quite broad. Their active development and implementation is largely constrained by the lack of the necessary funds to finance large-scale work on the creation of truly modern ATMs and the development of GIS EEs, as well as the purchase and adaptation of existing samples of geoinformation products. Although the solution to these problems is a matter of time, further delaying them does not allow the GIS potential to

be used effectively, and it entails significant costs for ineffective military management.

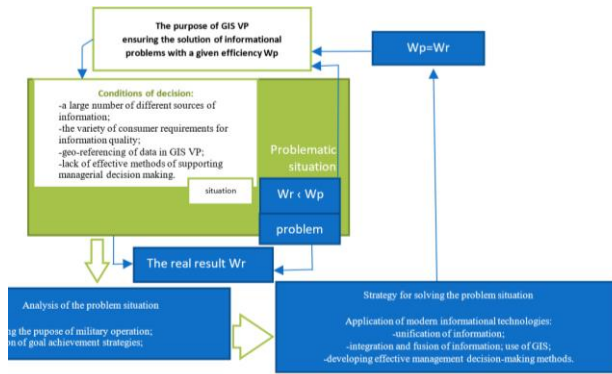


Fig. 1. The problem of processing geoinformation in the system of visualization of the combat situation

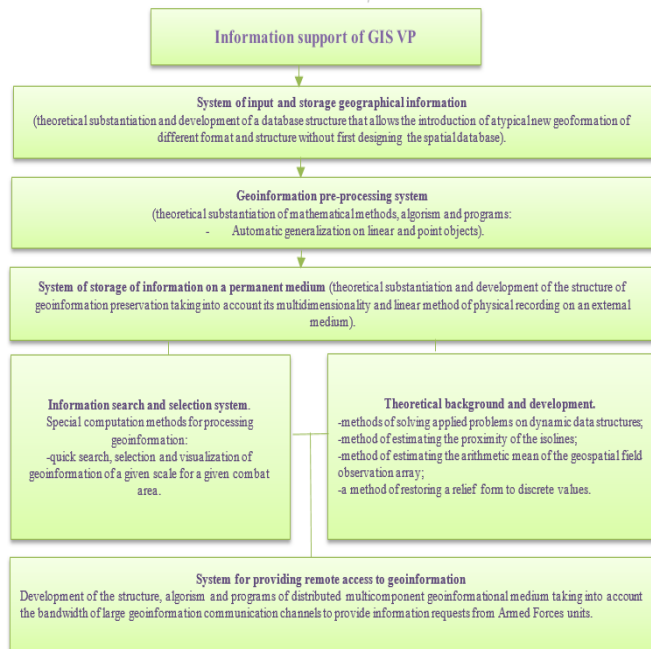


Fig. 2. Functional diagram of geoinformation tools for providing GIS VP

References.

1 Babich V.S., Dudarenok I.V., Drozdov I.V., Ziziko V.Yu. [2014] Geoinformacziorny`e sistemy` voennogo naznacheniya (teoriya i praktika primeneniya). Sbornik tezisov dokladov // Respublikanskoj nauchno-metodicheskoj konferenczii (24 aprelya 2014 goda). – Minsk: Izdatel`skij cenztr BGU, 2014

2 Shatkovs`ka I.K., Zatserkovnij V.I., Savkov P.A. [2019] Tezy Geoi`nformatika 2019 Enhancement of GIS intelligence for evalution system of military political situation.

3 Antonov N.G. [2007] Metodika obrabotki geoinformaczii v sisteme osveshheniya obstanovki flota //Avtoreferat dissertaczii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. – SPb- 2007.- 23 http://www.rshu.ru/university/dissertations/pdf/2007_antonov.pdf

UDC 359.3:528

THE IMPLEMENTATION OF GEOINFORMATION SYSTEMS IN JOINT COMBAT TRAINING OF TACTICAL GROUPS

Homa V.V., Bezuhlyi V.M.

National Defense University of Ukraine by Ivan Cherniakhovskiy of Kyiv, Ukraine

Tsyba M.M., Chukhleb O.V., Dryzhynin V.A.

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

The analysis of the anti-terrorist operation and the operation of the joint forces in the east of Ukraine forced the state governance to pay great attention to the joint training of the defense forces to be able to defend jointly the sovereignty and territorial integrity of the state. Due to the geographical location Ukraine is a maritime state, and the defense of interests at sea is considered as one of the most important strategic objectives. The publication outlines the challenges and solutions regarding to the resource support of joint combat training of the tactical groups. The purpose of the publication is to disclose the necessity of geo-information systems implementation into the educational and technical base used in the joint combat training of the Naval Forces and the Maritime Security Service of the State Border Service of Ukraine for performance of the tasks jointly.

For more than 20 years, the US Army Topographic and Engineering Center has been providing personnel training for the use of the Combat Terrain Information System geo-information system, the core of which is the

DTSS digital topographic decision support system. (URL:<https://tst.stu.cn.ua/index.pl?task=arcls&id=11>). In the United States of America geo-information systems are used in practice training during command and post exercises applying Joint Conflict and Tactical Simulation. (JCATS) (URL: <http://sit.nuou.org.ua/article/view/190487>) (Figure 1, 2).

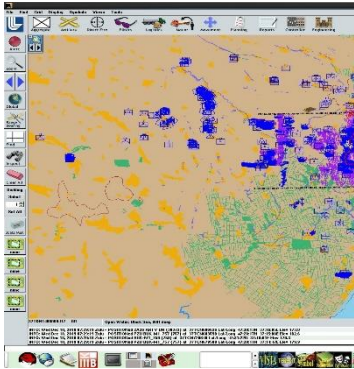


Figure 1 Conflict Simulation in the coastal area applying JCATS

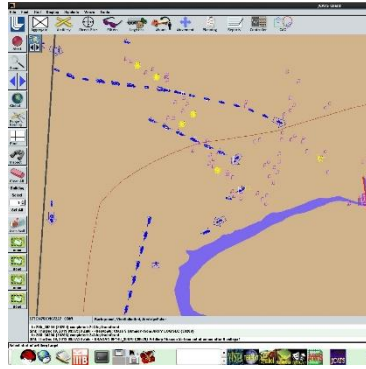


Figure 2 Simulation of deployment of tactical group applying JCATS

For the crews training in joint navigation issues, use of armament and military equipment the Russian Navy introduced the training complex “Re-gel”, “Mostik”. (Figure 3, 4).



Figure 3. Training of the crew applying the training complex “Re-gel”



Figure 4. Training on the simulator “Mostik”

Geo-information systems are also widely used in NTPro 5000 simulators for training of TRANSAS ship crews (Figure 5).



Figure 5 Training of the personnel of the main command post of the ship on passage of the channel applying the simulator NTPro 5000

Taking into account all above mentioned, it should be noted that the resource support of joint combat training has a significant impact on the effectiveness of the joint training of the tactical groups. So, the process of joint combat training of tactical groups of the ships $E_{JKT}(t)$ will be described as an objective function of the optimization task, taking into account the predefined parameters:

$$E_{JCT}(t) = f_{JCT} \{N_{ST}(t); N_{JTGS}(t); N_M(t); N_{RS}(t)\}, \quad (1)$$

$N_{ST}(t)$ – the “staff training” parameter at a discrete moment of time;

$N_{JTGS}(t)$ – the parameter that indicates the level of training of “joint tactical group of the ships” to accomplish its tasks at a discrete moment of time;

$N_M(t)$ – the “joint combat training management” parameter at a discrete

moment of time;

$N_{RS}(t)$ – the “resource support joint combat training” parameter at a discrete moment of time.

Accepting $N_{RS}(t)$ as joint combat training optimization criterion, determine the parameters for its calculation, find out which parameter will provide the effectiveness of joint combat training by implementing modern simulators equipped with geo-information systems. The optimization process criterion should consist of a set of parameters that characterize and reveal its physical content. Examining the system of resource support of combat training, we can conclude that the resource support of the joint combat training should consist of logistics, financial support, educational and technical base, methodological support, and could be presented in the following formula:

$$N_{RS}(t) = f_{RS} \{Q_L(t); Q_F(t); Q_{ETB}(t); Q_{MS}(t)\} \rightarrow \max \quad (2)$$

$Q_L(t)$ – the “logistical support” parameter at a discrete moment of time;

$Q_F(t)$ – the “financial support” parameter at a discrete moment of time;

$Q_{ETB}(t)$ – the “educational and technical base” parameter at a discrete moment of time;

$Q_{MS}(t)$ – the “methodological support” parameter at a discrete moment of time;

Having examined the parameters that determine the content of the objective function of the resource support, it could be concluded that $Q_{ETB}(t)$ the “educational and technical base” parameter will affect the optimization process criterion $N_{RS}(t)$ in the case of implementation of modern simulators, educational samples applying geo-information systems.

The calculation of the parameter $Q_{ETB}(t)$ is proposed as follows

$$Q_{ETB}(t) = \frac{\sum_{i=1}^n R_{Pi}}{\sum_{i=1}^n R_{Bi}}, \quad (3)$$

R_{Pi} – number of samples of the educational and technical base;

R_{Bi} – number of samples of the educational and technical base which are planned to be purchased

$n \in \{1, \dots, i, \dots, n\}$ - the set of numbers of samples of the educational and technical base is needed to provide the required level of joint combat training. Therefore, in order to improve the resource support of the joint combat training of the tactical groups, it is necessary to pay attention to the implementation of the modern samples of educational and technical base applying geo-information systems, namely: to increase the training level of the headquarters personnel regarding the planning and use of the joint tactical groups, to conduct command and post exercises applying Joint Conflict and Tactical Simulation; to increase the Training level of the personnel of the main command post of the ship regarding the accomplishment of the tasks within the joint tactical group applying the simulator NTPro 5000.

Conclusions. To sum up, geo-information systems are widely used both in modern weapons and equipment and in the decision-making regarding the training and use of the naval tactical groups. The implementation of the modern weapons and military equipment requires the creation of an appropriate training and material base that will meet the requirements of the joint combat training system. Therefore, among the factors that influence the training level of the personnel, improvement of the educational and technical base, that is, the applying of geo-information systems in it, is one of the effective and relevant for improving the effectiveness of joint combat training.

References

1 Heorhadze O.A. and Kharabara V.I. [2019] Partial method of assessment of tank brigade preparedness level during combat readiness recovery. Journal of Scientific Papers “Social development and security” 9 (4), 131-142.

2 Homa V.V. and Pochekalin I. [2013] Requirements for general training and use of the Armed Forces and the State Border Service of Ukraine: Collection of abstracts International conference “Integrated border management: theory and practice”. 132 – 133.

3 Yakymik S.V. [2018] Problematic issues of the use of forces (troops) of the Navy of the Armed Forces of Ukraine as part of interspecific and interdepartmental groups and ways to solve them: Collection of abstracts fifth All-Ukrainian scientific-practical conference “Joint actions of military units and state law enforcement agencies: problems and prospects”, 16–17.

ГІС У СОЦІАЛЬНИХ ПРОЕКТАХ МІСТА: АНАЛІЗ МЕРЕЖІ МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДІВ

С. Ю. Даншина, А. С. Нечаусов

*Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»*

Розвиток міст – це природний процес. Проекти розвитку міста спрямовані на вдосконалення виробничої, економічної та соціальної сфери. Однак, в останні десятиліття соціальна сфера міст України розвивалася дуже нерівномірно: при розвитку торгівлі, центрів відпочинку і розваг спостерігається застій і руйнування служб медичної сфери. При цьому, сфера охорони здоров'я є якісною характеристикою економічно-активного населення: стан здоров'я нації безпосередньо впливає на продуктивність праці і перспективи соціально-економічного розвитку суспільства [1]. Саме тому соціальні проекти в медичній сфері є дуже актуальними.

Мережа закладів охорони здоров'я – це сукупність закладів міста, що задовольняють потребу населення в медичному обслуговуванні. Функціонування такої мережі здійснюється з урахуванням потреби населення в медичному обслуговуванні, його своєчасності та доступності. При цьому під рівнем доступності розуміють можливість надання пацієнтам необхідного спектра послуг певної якості з мінімальними витратами часу [2].

Припустимо:

- всі мешканці, що проживають на певній території, є потенційними пацієнтами медичного закладу і утворюють множину пацієнтів;

- специфіка медичних послуг не враховується, вважається, що медичний центр в змозі надати будь-яку медичну послугу, якої потребує пацієнт, однак сумарна кількість послуг обмежена;

- існує «межа можливостей» медичного закладу, значення якої залежить від максимальної кількості пацієнтів, яким одночасно можуть бути надані медичні послуги;

- не враховується якість надання медичних послуг, репутація лікаря тощо, тобто на прийняття рішення про звернення в конкретній заклад впливає тільки його близькість до пацієнта;

- конкуренція за пацієнтів усередині мережі відсутня.

Елементи мережі – медичні заклади – розміщуються так, щоб значення цільової функції, яке залежить від відстаней від закладу до місцезнаходження пацієнтів, було мінімальним, тобто [3]

$$G = \sum_{k=1}^N d_k \rightarrow \min, \quad (1)$$

де d_k – відстань до k -го пацієнта, N – число пацієнтів, які потребують послуг медичного закладу.

За умови, що рівень доступності буде максимальним, тобто [4]

$$R = \frac{\sum_{k \in E_k} P_k t_k^{-\beta}}{Nt} \cdot 100\%, \text{ при } \sum_{k \in E_k} P_k = Z \quad (2)$$

де P_k – число послуг, яке надає медичний заклад всім пацієнтам; $t_k^{-\beta}$ – норма часу на подолання відстані між пацієнтом, якій потребує послуги, і медичним закладом, що надає послугу; β – статистичний коефіцієнт впливу відстані; N – максимальна кількість пацієнтів, яким одночасно можуть бути надані послуги в медичному закладі; t – час, значення якого залежить від максимально допустимої відстані між пацієнтом і медичним закладом.

Таким чином, розташування медичного закладу є оптимальним за умови максимізації попиту на його послуги з урахуванням можливостей з їх надання. Але геометричний сенс задачі (1) дозволяє інтерпретувати елементи функції (2) так:

$$\sum_{k \in E_k} P_k t_k^{-\beta} \text{ – кількість пацієнтів, які проживають в межах кола з раді-$$

усом, значення якого залежить від часу, протягом якого пацієнт подолає максимально допустиму відстань від місця проживання до медичного закладу;

Nt – число послуг медичного закладу, які він може надати для пацієнтів, що проживають в межах кола з радіусом, значення якого залежить від часу t .

Відповідно до ДБН Б.2.2-12: 2018 «Планування і забудова територій» чисельність населення району міста залежить від житлового фонду і норм житлової площі на одного мешканця й розраховується за формулою

$$N = \frac{F}{a} = \frac{S \cdot S_{\text{норм}}}{a},$$

де N – населення району (як априорна кількість пацієнтів), яке потребує послуг медичного закладу; F – обсяг житлового фонду; a – норма житлової площі на людину; S – площа мікрорайону; $S_{\text{норм}}$ – нормативна щільність забудови житлового фонду.

У цьому випадку попит на послуги медичного закладу визначається кількістю населення (пацієнтів), що проживає на певній території. Позначимо площу цієї території S_n . З іншого боку, кількість послуг медичного закладу, які він надає для пацієнтів, що проживають на певній території, визначається відстанню, яке проїжджає пацієнт від будинку до закладу за заданий проміжок часу. Площу, значення якої залежить від цієї відстані, будемо розглядати як площу покриття медичними послугами і позначимо S_o . Отже, вираз (2) подамо так:

$$R = \frac{S_o}{S_n} \cdot 100\% . \quad (3)$$

Таким чином, аналіз мережі медичних закладів зводиться до аналізу просторово-розподілених даних, ефективна обробка яких можлива за допомогою геоінформаційних систем (ГІС). Подамо процес аналізу у вигляді контекстної діаграми (рис. 1), що визначає єдину точку зору, суб'єкта і мету моделювання відповідно до вимог діючих стандартів, нормативів і норм.



Рис. 1. Контекстна діаграма процесу аналізу мережі медичних закладів за допомогою ГІС

Можливість використання запропонованої моделі оцінювалася в проектах розвитку соціальної інфраструктури м. Харкова при аналізі системи надання невідкладної допомоги. Підсумкові результати аналізу наведені в табл. 1.

Таблиця 1 Рівень доступності лікарень невідкладної допомоги м. Харкова

Норма часу на перевезення пацієнта до лікарні, хв	Період часу		
	8-00	12-00	16-00
5	21,33 %	18,49 %	18,76 %
10	61,69 %	59,39 %	59,20 %

Оцінка достовірності моделі показала, що попередні оцінки площі території, на якій проживають пацієнти (S_n), і чисельності населення (N), що отримані за допомогою моделі, не суперечать даним Головного обласного управління статистики м. Харкова. Зокрема, похибка в визначенні значення S_n склала близько 1,8% (в бік збільшення), у визначенні N – 1,7% (в сторону зменшення). Також одержані значення оцінок рівня доступності (табл. 1) не суперечать світовим дослідженням [4]: чим більше покриття зони доступності лікарень, тим вище їх рівень доступності.

Урахування існуючої транспортної інфраструктури міста та завантаженості доріг показало:

- лікарні найбільш доступні о 8 год. ранку, найменш доступні – днем о 12 год.;

- у однакових умовах завантаженості автодоріг збільшення допустимого часу доставки пацієнта збільшує площу покриття в середньому в 3 рази;

- максимальна площа покриття складає 219,9 км² (в 8-00 при часовій нормі доставки пацієнта 10 хв.).

Ці результати можуть бути використані в соціальних проектах при оптимізації і розвитку існуючої медичної .

Застосування картографічних даних і моделей, дозволило виділити сім районів, що не входять в зону доступності лікарень невідкладної допомоги. За одержаними оцінками близько 98 764 мешканців Харкова не зможуть отримати медичну допомогу вчасно, що також може стати окремим предметом дослідження в умовах проведеної медичної реформи в Україні.

Результати, наведені в роботі, отримано при реалізації науково-дослідницької роботи «Методологія обробки даних ДЗЗ для вирішення завдань моніторингу довкілля» (рег. № 0120U100530).

Література

1. Державна політика у сфері охорони здоров'я: кол. моногр.; упоряд. Я. Ф. Радиш. Ч. 1. – Київ: НАДУ , 2013. – 246 с.

2. Артамонов И. В. Доступность медицинских услуг в регионе: пространственный аспект // Современная экономика: проблемы и решения. – № 10 (118), 2019. – С. 139-154.

3. Даншина С. Ю. Проблема размещения распределительного центра для проектов развития // Управління проектами та організація виробництва. – № 3 (59), 2016. – С. 22-28.

4. Lewis S., Willis K., Collyer F. Navigating and making choices about healthcare: The role of place // Health & Place. – vol. 52, 2018. – P. 215-220.

УДК 53.043+004.942

ВИБІР ІНТЕРВАЛІВ АПРОКСИМАЦІЇ ФУНКЦІЇ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ ОПИСУ ЗАБРУДНЕНОЇ ТЕРИТОРІЇ

О.О. Кряжич¹, О.В. Коваленко²

*¹Східноукраїнський національний університет імені Володимира
Даля*

²Інститут ядерних досліджень НАН України

У випадку апроксимації функцій за методом Дж. Зойтендейка, особливо, при реалізації завдань опису розвитку локальної надзвичайної ситуації [1], виникає завдання вибору інтервалу апроксимації з наступним вирішенням поставленої задачі для обмеженої, безперервної та однозначної функції на кінцевому проміжку інтервалу апроксимації. Такі задачі можуть виникнути при обрахунках конкретних ситуацій, які описуються яружними функціями та візуалізації результатів моделювання нелінійних процесів.

Вирішуючи задачу [2], зокрема, реалізуючи підхід до визначення початкової точки при виконанні розрахунків з використанням методу можливих напрямків Дж. Зойтендейка, який дозволяє обрати точку, побудувати з неї вектор руху з заданим кроком і визначити за напрямком вектору другу точку для побудови наступного кроку, неодноразово постає потреба відшукати поліном заданого ступеню. При цьому виконується ряд ітерацій, які можуть призвести до більшого обсягу розрахунків та перетворень. Це залежить від розмірів задачі та кількості обмежень у кожному випадку. Приймаємо, що існує функція $f(t)$ і деяка дискретна множина точок:

$$\begin{aligned} E = \{Y_0, Y_1, \dots, Y_{N+1}\} &\in [a, b] \\ Y_0 = a, \quad Y_{N+1} &= b. \end{aligned} \tag{1}$$

Треба відшукати поліном заданого ступеню k :

$$\Pi_k(t) = \sum_{i=0}^k x_i t^i.$$

Який мінімізує величину $\varepsilon(x) = \max_{t_i \in E} |f(t_i) - \Pi_k(t_i)|$ по усіх X з області $\Delta \subset E_{n+1}$, де Δ визначається:

$$\Delta = \{x \in E_{n+1} : f^{(i)}(a) = \Pi_k^{(i)}(a); f^{(i)}(b) = \Pi_k^{(i)}(b); i = 0, 1\}.$$

Таким чином, вирішуючи задачу, поставлену у [2] методом можливих напрямків, можна отримати вирішення довільної задачі найкращого наближення поліномом $\Pi_k(x)$ функції $f(x)$ на відрізку $[a, b]$

Припускаємо, що функцію $f(x)$ необхідно апроксимувати поліномом $P(x)$ із заданою точністю на $[a, b]$. Всі вузли апроксимації ділимо на три класи:

1) Полюсні точки. До них відносяться такі точки X , в яких повинні бути виконані вимоги:

- а) значення функції і полінома збігаються;
- б) справа і зліва від точки X збігаються з певною точністю перші похідні.

2) Фіксовані точки. До цього класу належать точки, в яких значення функції і полінома повинні збігатися.

3) Звичайні точки апроксимації (в подальшому в роботі вживається термін «точки апроксимації»). До них відносяться всі ті вузли апроксимації, які не належать ані до полюсних, ані до фіксованих точок.

До вибору підінтервалу для $f(x)$ необхідно висунути наступні вимоги:

- 1) Всередині підінтервалу повинні бути відсутні полюсні точки;
- 2) Підінтервал повинен бути обраний таким чином, щоб ступінь апроксимуючого поліному не перевищувала допустиму.

У зв'язку з перерахованими вимогами до вибору, пропонується спочатку вибирати підінтервал:

- а) який дорівнює деякій величині $El > 0$ (що вже була задана), якщо в даному інтервалі відсутні полюсні точки;
- б) який дорівнює відстані від кінця попереднього проміжку до полюсної точки, якщо ця відстань не перевищує El .

Вважається за доцільне, щоб точки апроксимації на інтервалі визначалися за формулою $x_j = \alpha + w_j$, де $\{w_j\}$ – псевдовипадкова послідовність чисел. Якщо кількість точок апроксимації є досить великою, що характерно для нашого випадку, то такий вибір зменшує ймовірність невизначеності при знаходженні наближеного значення похідної функції $f(x)$.

При вирішенні задачі глобальної апроксимації функції при переході від одного проміжку до наступного, виникає так звана задача «згладжування» в крайніх точках. У зв'язку з цим всі крайні точки будемо вважати полюсними.

Лема 1. Полюсні точки відповідають точкам C_i , $\forall i = \overline{0, k+1}$, що наведені при постановці задачі (1), у випадку $\exists E_1 \geq \max_{i=1, k+1} |C_i - C_{i-1}|$.

Зазначене число підінтервалів апроксимації буде дорівнювати числу підінтервалів, які задаються системою точок $\{C_i\}_0^{k+1}$, якщо ступінь апроксимуючого поліному не перевершує припустиму на всіх підінтервалах. У випадку, якщо наведена нерівність не виконується, то число підінтервалів для побудови $P(x)$ буде перевищувати попередньо передбачену кількість підінтервалів.

Далі припустимо, що поставлену задачу слід вирішити на кінцевому проміжку $[\alpha, \beta]$, де функція $f(x)$, що апроксимується, є обмеженою, безперервною та однозначною. При обраному масштабі оберемо відрізок одиничної довжини $[C_0, C_1]$. Також приймаємо, що всередині цього відрізка відсутні полюсні точки. Попередньо досліджуємо на цьому відрізьку $f(x)$. Приймаємо, що $C_1 > C_0$. Нехай відрізок розбито на N частин, тобто $N+1$ точки апроксимації є заданими. Серед них є:

- а) точки C_0 і C_1 ;
- б) \bar{N} фіксованих точок;
- в) $(N+1) - \bar{N} - 2 = N - \bar{N} - 1$ звичайних точок.

Нехай x_j^0 – довільна точка ділення; $x_0^0 = C_0$ і $x_{N+1}^0 = C_1$. Вважаємо, що нам задані значення $f(x)$ в кожній із точок x_j^0 , тобто задана сукупність $f(x_j^0)$.

Визначимо

$$\delta_{1,j}^{(0)} = f(x_{j+1}^0) - f(x_j^0), \quad (2)$$

а також обчислимо величини

$$\sigma_{1,j}^{(0)} = \frac{\delta_{1,j}^{(0)}}{x_{j+1}^0 - x_j^0}. \quad (3)$$

Значення $\sigma_{1,j}^{(0)}$ співпадає зі значенням першої похідної $f(x)$ в одній із середніх точок $\xi \in [x_j^0, x_{j+1}^0]$. Крім того, при достатньо великому N , $\sigma_{1,j}^{(0)}$ з будь-якою точністю співпадає з середнім значенням першої похідної на $[x_j^0, x_{j+1}^0]$. З врахуванням того, що основна частина вузлів обиралася за методом Монте-Карло, можна також стверджувати, що $\sigma_{1,j}^{(0)}$ достатньо мало відрізняється від значень першої похідної в будь-якій точці проміжку $[x_j^0, x_{j+1}^0]$.

Якщо дослідити поведінку функції $\sigma_1^{(0)}(x)$, заданої точками $\sigma_{1,j}^{(0)}$ на відрізьку $[C_0, C_1]$, то можна отримати наступні три випадки:

1) $|\sigma_{1,j+1}^{(0)} - \sigma_{1,j}^{(0)}| \leq \xi^{(0)}$, де $\xi^{(0)} > 0$ – досить мале число. Тобто, функція $\sigma_1^{(0)}(x)$ з відомою точністю поводитьься як постійна величина. У цьому випадку природно покласти ступінь полінома рівній одиниці $n = 1$.

2) Функція $\sigma_1^{(0)}(x)$ – знакопостійна на $[C_0, C_1]$ й $\sigma_{1,j}^{(0)} \neq 0$. Тоді $n = 2$.

3) $\sigma_1^{(0)}(x)$ – знакозмінна на $[C_0, C_1]$. З врахуванням того, що число N настільки велике щодо довжини відрізка, що ймовірність втрати зміни знаку стає дуже малою. Приймаючи деякі обмеження задачі [1] та підхід до практичної реалізації [2], можна визначити ступінь полінома, як:

$$n = l + m + p + 1. \quad (4)$$

Природно, що в наведеному останньому випадку не враховується можливість кратності вище двох окремих коренів поліному.

Лема 2. Якщо до інтервалу $[C_0, C_1]$ входить γ фіксованих точок, відмінних від тих, що знаходилися для вирішення задач [1 – 2], то до ступеню поліному n , що визначається за (4), необхідно додавати γ .

У якості висновку можна зазначити, що наведений підхід може буде застосований у сфері підтримки прийняття рішень для вирішення багатьох задач, пов'язаних з описом складних систем з нелінійною динамікою процесів, що в них протікають. Зокрема, зазначене може бути використане для програмної реалізації способу опису забрудненої терито-

рії, яка є неоднорідною за своєю біогеохімічною структурою, а речовина-забруднювач є активним реагентом та діє по різному в різних шарах середовища.

Література

1. Кряжич О.О. Апроксимація складних функцій для опису розвитку локальної надзвичайної ситуації // Математичні машини і системи. – 2016. – № 1. – С. 148 – 157.

2. Кряжич О.О. Трофимчук О.М., Коваленко О.В. Алгоритм визначення початкової точки при моделюванні за методом можливих напрямків // Радіоелектроніка, інформатика, управління. 2019. № 3, С. 40 – 46. DOI: <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2019-3-5>.

УДК 551.468.4

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РІЧНОЇ МІНЛИВОСТІ ГІДРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК У ЛИМАНІ САСИК ЗА УМОВ ВІДНОВЛЕННЯ ВОДООБМІНУ З МОРЕМ

Д.В. Кушнір, Ю.С. Тучковенко

Одеський державний екологічний університет, м. Одеса, Україна

Лиман Сасик (Кундук) розташований на півдні Одеської області (29,653 сх.д., 45,666 пн.ш.) в межах Татарбунарського та Кілійського районів, поблизу від дельти р. Дунай. При відмітці рівня води в лимані 0 м БС площа його акваторії становить близько 210 км². Довжина лиману з півночі на південь складає 29 км; ширина змінюється від 3 до 12 км. Максимальна глибина в лимані досягає 3 м.

До кінця 70-х років ХХ ст. лиман Сасик являв собою напівзакрите водоймище, водообмін якого з морем відбувався епізодично за рахунок утворення тимчасових прірв у піщаному пересипу, що відокремлює лиман від Жебриянівської затоки північно-західної частини Чорного моря. Під час реалізації проекту Дунай-Дністровської зрошувальної системи у 1978 році, Сасик був з'єднаний з р. Дунай штучним каналом загальною довжиною близько 13,5 км, обладнаним системою пропускних шлюзів та рибозагороджувальних споруд. При цьому лиман був остаточно відокремлений від моря шляхом розширення та укріплення піщаного морського пересипу, по якому було прокладено автодорогу.

У теперішній час лиман не функціонує в якості передбаченого проектом водогосподарського комплексу прісноводного водосховища че-

рез незадовільні показники якості його вод (високий рівень мінералізації, перевищення вмісту хлоридів, сульфатів, забруднення важкими металами, фенолами, пестицидами). Вода Сасика непридатна як для забезпечення комунально-побутових потреб і питного водопостачання населення, так і для зрошення земель [1]. Також основними гідроекологічними проблемами лиману є підвищений рівень евтрофікації його вод, постійне занесення каналу «Дунай-Сасик» та відкладення зважених наносів, що поступають з дунайськими водами, у південній частині лиману.

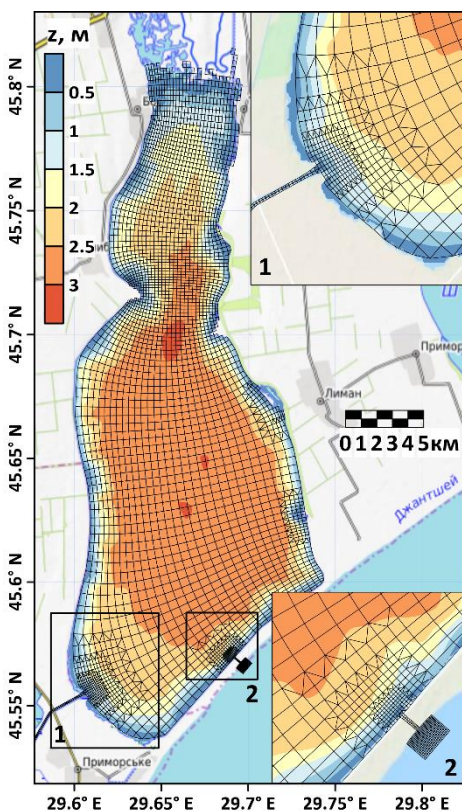


Рис. 1 – Розрахункова сітка, побудована для акваторії лиману Сасик: 1 – діючий канал «Дунай-Сасик»; 2 – канал «Чорне море-Сасик», що пропонується

Зважаючи на викладене, актуальною є задача наукового обґрунтування заходів, які передбачають відновлення лиману Сасик до його природного стану шляхом з'єднання з морем. Метою даної роботи є оцінка, на підставі результатів математичного моделювання, очікуваної мінливості річного циклу гідрологічних характеристик лиману, включно з мінералізацією вод, після встановлення режиму постійного водообміну лиману з морем.

Для вирішення поставленої задачі застосовувалась чисельна гідротермодинамічна модель Delft3D Flexible Mesh (Delft3D FM) у 3D-варіанті [2]. Модель заснована на чисельному вирішенні тривимірних рівнянь Нав'є-Стокса для нестисливої рідини на мілкій воді у наближенні Бу-сінеска та гідростатики. Система прогностичних диференціальних рівнянь моделі складається з рівнянь руху, рівняння нерозривності, рівнянь

транспорту скалярних величин (температури, солоності, індикаторів-трасерів) та замикається двопараметричною k - ε -моделлю турбулентності.

Для адаптації моделі до умов лиману Сасик була згенерована неструктурована криволінійна розрахункова сітка, яка складалась з 4927 вузлів та 4697 розрахункових елементів з перемінними розмірами (від 20 до 500 м). Сітка з достатньою точністю описує основні особливості геоморфологічної будови лиману та містить області телескопізації (1, 2 на рис. 1) для коректного врахування вузьких з'єднувальних каналів на акваторії лиману, із збереженням прийняттого часу розрахунків на значних (річних) проміжках часу.

Для завдання в моделі поля глибин лиману Сасик (в м БС), використовувались дані результатів промірних робіт на акваторії лиману по поперековим галсам, виконаних у 2009 році.

По вертикалі в моделі задавались 10 розрахункових рівнів у σ -системі координат, кожен з яких мав товщину в 10% від повної глибини.

Адаптація моделі до умов лиману була виконана для умов 2019 року. При розрахунках, на верхній (з атмосферою) відкритій границі моделі задавались: часова мінливість температури повітря, напряму і швидкості вітру, кількості атмосферних опадів (за даними спостережень на ГМС «Приморське»); відносної вологості повітря та відсотку хмарності неба (за даними спостережень на ГМС «Сарата»). На боковій відкритій границі з'єднувального каналу «Дунай-Сасик» в моделі задавались спостережені протягом 2019 року коливання рівня води у р. Дунай та мінливість температури і мінералізації дунайської води, надані Дунайською гідрометеорологічною обсерваторією. Відмітки дна в з'єднувальному каналі «Дунай-Сасик» та режим роботи головного пропускного шлюзу каналу у 2019 році задавались в моделі відповідно до інформації, наданої Кілійським міжрайонним управлінням водного господарства. Випаровування з водної поверхні лиману розраховувалось в самій моделі з урахуванням мінералізації вод лиману.

Результати адаптації та калібрування моделі приведені на рис. 2.

На наступному етапі виконання модельних розрахунків було проведено сценарне моделювання для тих же гідрометеорологічних умов 2019 року з завданням в моделі відкритого з'єднувального каналу «Чорне море-Сасик». Розглядалися такі варіанти водообміну на протязі року: (1) **варіант 1** – канал «Чорне море-Сасик» шириною 70 м; канал «Дунай-Сасик» відкритий; (2) **варіант 2** – канал «Чорне море-Сасик» шириною 100 м; канал «Дунай-Сасик» відкритий; (3) **варіант 3** – канал «Чорне море-Сасик» шириною 70 м, канал «Дунай-Сасик» закритий;

(4) **варіант 4** – канал «Чорне море-Сасик» шириною 100 м, канал «Дунай-Сасик» закритий. На відкритій морській границі каналу «Чорне море-Сасик» в моделі задавались коливання рівня моря, мінливість температури і солоності морської води (за даними ГМС «Приморське»).

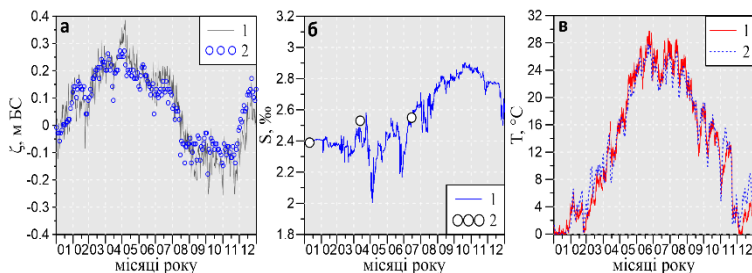


Рис. 2 – Мінливість рівня (а), солоності (б) та температури води (в) в лимані Сасик у 2019 році (на ділянці акваторії біля с. Борисівка):

1 – за результатами моделювання; 2 – натурні спостереження

Вважається, що після відновлення водообміну з морем, при підвищенні значень солоності води до 7-8 ‰, відбудеться масова загибель прісноводної флори і фауни. Результати моделювання, наведені на рис. 3, демонструють, через який проміжок часу з моменту початку водообміну з морем буде досягнута ця критична межа солоності за різних варіантів управління водним режимом лиману.

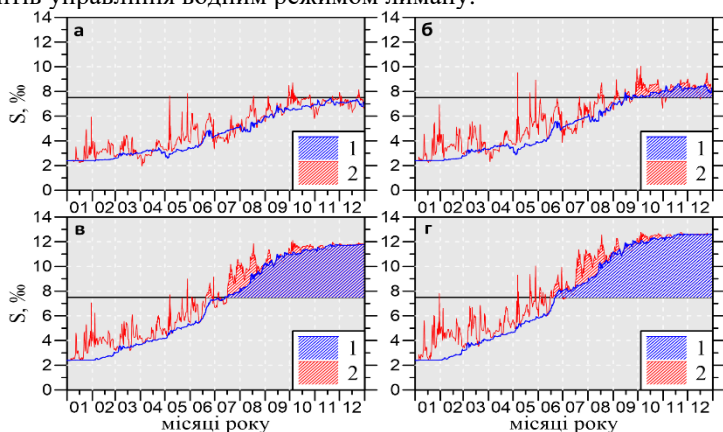


Рис. 3 – Розрахована за різними варіантами водообміну річна мінливість солоності вод лиману: а – варіант 1; б – варіант 2; в – варіант 3; г – варіант 4 (1 – у північній частині лиману біля с. Борисівка; 2 – у південній частині акваторії лиману)

Висновок: результати моделювання будуть використані для визначення оптимального режиму надходження морських вод до водойми Сасик в період перетворення прісноводної екосистеми в морську, а також необхідних заходів щодо мінімізації негативних екологічних та інших наслідків цього процесу.

Література

1 Тучковенко Ю.С., Гопченко Є.Д. Аналіз сучасного гідрологічного режиму водосховища Сасик та експертна оцінка очікуваних його змін при реконструкції у морський лиман. *Матеріали звітної науково-технічної конференції науково-педагогічних працівників ОДЕКУ*, 3-4 лютого. Одеса, 2009 р. С. 38-40.

2 D-Flow Flexible Mesh – Computational Cores and User Interface – User Manual, version: 0.9.1, SVN revision: 66806 / Deltares, Delft, the Netherlands, 2020, 556 p. URL: http://content.oss.deltares.nl/delft3d/manuals/D-Flow_FM_User_Manual.pdf (дата звернення: 05.05.2020).

УДК 532

ТРАНСФОРМАЦІЯ ВНУТРІШНІХ УСАМІТНЕНИХ ХВИЛЬ НАД ПІДВОДНОЮ СХОДИНКОЮ У ТРИШАРОВІЙ СТРАТИФІКАЦІЇ

Терлецька К.^(1,2), Мадерич В.⁽¹⁾, Бровченко І.⁽¹⁾

*Інститут Проблем Математичних Машин і Систем НАНУ,
Україна Національний центр «Мала академія наук України», Україна*

Внутрішні хвилі поширюються на поверхні розділу шарів різної густини в стратифікованій рідині. Спостереження світового океану демонструє постійну присутність внутрішніх хвиль в багатьох морях та прибережних зонах океанів. У роботі чисельно досліджується задача про трансформацію внутрішніх усамітнених хвиль у тришаровій стратифікації над підводною сходиною (схема чисельного експерименту показана на рис.1). Виділено різні режими взаємодії в залежності від параметра блокування B і безрозмірної амплітуди хвилі α . Виділено області значень B і α де в результаті взаємодії першої моди зі сходиною формуються хвиле вищих бароклінних мод. Для моделювання динаміки внутрішніх відокремлених хвиль в тришаровій стратифікованій рідині над донним уступом в цій роботі використовуються гідродинамічна негідростатична чисельна модель з вільною поверхнею NH-POM [1]. Модель

НН-РОМ заснована на рішенні рівнянь гідродинаміки для в'язкої нестигливої рідини в при-наближенні Буссінеска.

Чисельні експерименти проводилися для внутрішніх хвиль-пониження. В результаті проходження хвилею різких змін рельєфу дна формуються як хвиля, яка пройшла за сходинку так і хвиля, яка відбилася. При різних співвідношеннях амплітуди хвилі та висоти сходинки можуть формуватися як хвилі першої так і хвилі другої барокліїних мод як у відбитій хвилі так і у хвилі що пройшла. Як показав аналіз чисельних результатів, трансформація може характеризуватися двома параметрами: 1–параметр блокування $B = h_3 + |a|$, 2 – безрозмірна амплітуда $ad = |a|/h_1$, що дорівнює відношенню амплітуди падаючої хвилі до глибини верхнього шару. На рис. 2 показано порівняння коефіцієнтів відбиття та пропускання для першої та другої барокліїних мод. Наведено зіставлення результатів моделювання з результатами теоретичних оцінок, зроблений в рамках слабонелінійної теорії [2].

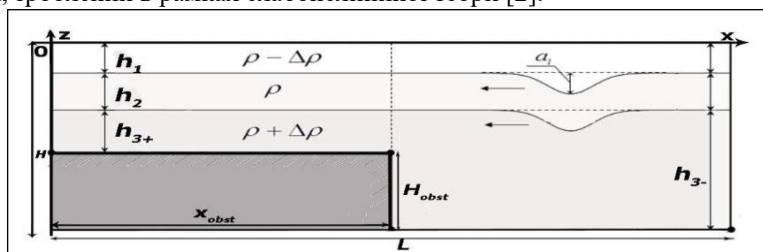


Рис. 1. Схема чисельного експерименту поширення усамітненої хвилі в тришаровій стратифікації

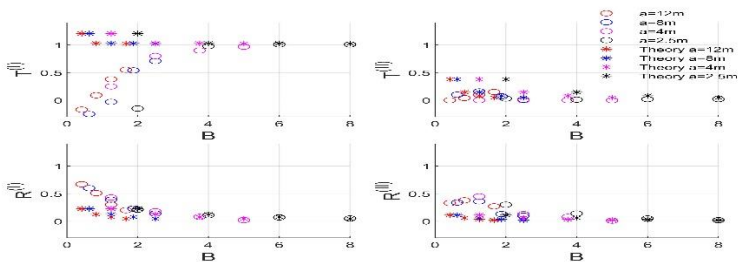


Рис. 2. Коефіцієнти відбиття R та пропускання T для першої ($R^{(I)}$, $R^{(II)}$) та другої барокліїних мод ($R^{(I)}$, $R^{(II)}$) та ($T^{(I)}$, $T^{(II)}$) від параметра блокування B .

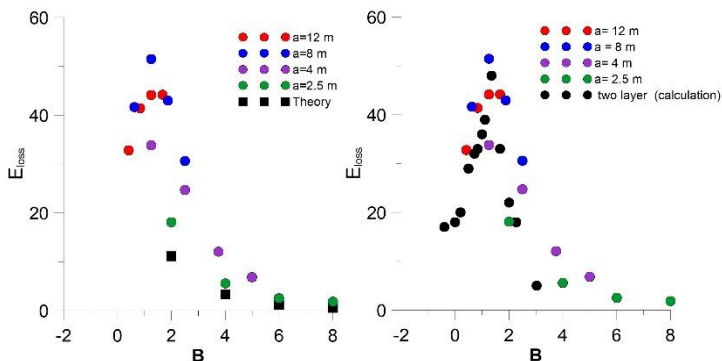


Рис. 3 Залежність відносних втрат енергії δE в тришаровій стратифікації при трансформації хвиль від параметру болкування B . (а) - порівняння з теорією, (б) - порівняння з розрахунками у випадку двошарової стратифікації

Таким чином в залежності від параметра блокування B виділено чотири різних режими взаємодії внутрішньої усамітненої хвилі: Режим 1. *Слабка взаємодія*. За сходинку проходить хвиля 1-ї моди ($B > 6$). Режим 2. *Помірна взаємодія*. Хвиля, що пройшла 1-ї та 2-ї моди та відбита хвиля 1-ї моди ($4 < B < 6$). Режим 3. *Сильна взаємодія*. Хвиля, що пройшла 1-ї та 2-ї моди та відбита хвиля 1-ї та 2-ї моди ($0 < B < 4$). Динаміка еволюції хвиль у цьому випадку набагато складніша. Режим 4. *Відбиття*. Домінуюча відбита хвиля 1-ї моди ($B < 0$). Втрати енергії внаслідок взаємодії внутрішньої одиночної хвилі першої моди із сходинкою становлять до 50% енергії падаючої хвилі (рис.3). Результати моделювання добре узгоджуються з результатами, отриманими за допомогою слабонелінійної теорії для режиму 1 та режиму 2.

Література

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

2 Zihua Liu, Roger Grimshaw & Edward Johnson (2019) The interaction of a mode-1 internal solitary wave with a step and the generation of mode-2 waves, Geophysical & Astrophysical Fluid Dynamics, 113:4, 327-347, DOI: 10.1080/03091929.2019.1636046

МОДИФІКАЦІЯ ГІДРОЛОГІЧНОГО БЛОКУ СППР RODOS ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

^{1,2}O. Pylypenko, ³M. Zheleznyak, ^{1,2}M. Sorokin, ^{1,2}S. Kivva

¹*Institute of Mathematical Machines and Systems, National Academy of
Sciences of Ukraine, Kiev, Ukraine*

²*Ukrainian Center of Environmental and Water Projects, Kiev*

³*Institute of Environmental Radioactivity, Fukushima University, Japan*

СППР RODOS [1] - європейська системою підтримки прийняття рішень в області радіаційної безпеки. RODOS включає в себе модулі атмосферного та водного переносу, модулі оцінки можливих доз та поради щодо запобіжних заходів. RODOS використовується в більш ніж десятих країнах Європейського союзу, зокрема в Німеччині, Голландії, Польщі. RODOS було впроваджено в Україні в рамках проектів ЄС в 2016-2018 роках для всіх діючих атомних станцій України, а також об'єктів Чорнобильської зони відчуження.

Перенос водними шляхами є одним з основних способів поширення радіоактивного забруднення. Міграція нуклідів через водні системи може становити загрозу на значно більших масштабах часу порівняно із атмосферною міграцією, про що свідчить досвід вивчення українських та японських річок після Чорнобильської та Фукусімської аварій. Для моделювання процесів водного переносу в СППР RODOS використовується блок гідрологічного моделювання RODOS-HDM [2], в склад якого зокрема входять:

1 Модель розрахунку радіоактивного змиву з водозбору RETRACE_R, яка використовується для розрахунку величини потоку нуклідів з забруднених нуклідами частин водозбору до річкової системи. В якості вхідних даних модуль RETRACE_R використовує результати розрахунку модуля атмосферного переносу системи RODOS-ADM.

2 Одновимірна модель RIVTOX_SV, яка дозволяє розраховувати гідродинамічні процеси та процеси переносу нуклідів та наносів в розгалужених річкових системах. RIVTOX_SV приймає результати модуля RETRACE_R в якості вхідних даних.

3 Двовимірна модель COASTOX_UN, яка дозволяє розраховувати гідродинамічні процеси та переніс нуклідів і наносів для водних об'єктів, які не можуть бути точно змодельовані в одновимірному підході, зокрема озер, систем річка-пойма тощо. В якості вхідних даних

модель використовує введені користувачем часові ряди концентрації нуклідів на границі області моделювання.

Досвід налаштування RODOS-HDM для українських [3] та японських [4] річок показав існування необхідності в комплексному моделюванні водних об'єктів, зокрема в поєднанні одновимірного та двовимірного моделювання для опису процесів переносу в складних системах типу річка-пойма з подальшим поширенням через розгалужену річкову систему. З метою створення відповідного функціоналу, моделі RODOS-HDM були модифіковані наступним чином:

1 В модель RETRACE_R були додано функціонал розрахунку потоку наносів з водозбору. Розраховані потоки засвоюються моделлю RIVTOX_SV в якості граничних умов для модуля розрахунку переносу наносів.

2 Моделі RIVTOX_SV та COASTOX_UN було модифіковано для використання їх в ланцюжках моделей: обидві моделі можуть використовувати результати моделювання іншої в якості межових умов, що дозволяє розраховувати довільні ланцюги ділянок одновимірного та двовимірного моделювання.

3 Модель COASTOX_UN також було модифіковано для прямого засвоєння результатів розрахунку атмосферного модуля RODOS-ADM шляхом інтерполяції поля забруднення на обчислювальну сітку COASTOX_UN.

Новий функціонал моделей були протестовано на прикладах річок Прип'ять (Україна) та Абакума (Японія).

References

1 Landman, C., Päsler-Sauer, J., Raskob, W. (2014) The Rodos System as an Instance of a European Computer-Based Decision Support System for Emergency Management after Nuclear Accidents, in: G. Kessler et al., The Risks of Nuclear Energy Technology, pp. 337-348, Science Policy Reports, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

2 Zheleznyak M., Kivva S., Ievdin I., Boyko O., Kolomiets P., Sorokin M., Mikhalskiy O., Gheorghiu D. (2016) Hydrological Dispersion Module of JRODOS: renewed chain of the emergency response models of radionuclide dispersion through watersheds and rivers. Radioprotection, 1-4, pp. 129-131.

3 Пилипенко О., Железняк М., Ківва С., Сорокін М., Igarashi Y., Коноплев О., Wakiyama Y., Nanba K., Onda Y., Кіреєв С., Обрізан С., Лаптев Г., Войцехович О. (2019) Розробка моделей і комп'ютерних систем прогнозування вносу радіонуклідів з зони відчуження водним шляхом у випадках надзвичайних ситуацій. IV Міжнародна конференція "Проблеми зняття з експлуатації об'єктів ядерної енергетики та відновлення

навколишнього середовища”, збірник матеріалів, 24–26 квітня 2019 року, м. Славутич.

4 Zheleznyak M., Pylypenko, O., Kivva S., Sakuma, K., Igarashi, Y., Wakiyama, Y., Konoplev, A., Nanba, K. Distributed modeling of radionuclide washing out from the watersheds in solute and with suspended sediments: case studies Abukuma River, Fukushima Prefecture and Pripyat and Dnieper river system, Ukraine EGU2020-19250.

УДК 004.942

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА КЛІМАТИЧНОГО МОНІТОРИНГУ

М.В. Галах¹, С.В. Голуб²

¹ Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,
Україна

² Черкаський державний технологічний університет, Україна

Моніторинг – це технологія забезпечення інформацією процесів прийняття рішень, у разі екологічного моніторингу – процесу формування керуючих впливів при управлінні екосистемою [1]. Моніторинг кліматичних факторів має на меті виявити зміни властивостей екосистеми на основі спостережень за кліматом досліджуваної території. Визначення переліку ознак, за якими можна описати стан екосистеми, традиційно передбачає пошук біоіндикаторів. Дослідження їх характеристик дозволяє визначати стан довкілля і виявляти впливові фактори [2].

В цій роботі досліджувався процес використання біоіндикаторів для оцінки кліматичних параметрів. Були сформульовані наступні гіпотези.

Гіпотеза 1: «Спостереження за ознаками стану дрібних ссавців дозволить сформувати масив вхідних даних (МВД) достатньої інформативності для побудови моделей об'єктів моніторинговою інформаційною системою (МІС). Дрібні ссавці є важливим компонентом екосистем, також вони мають потенціал в якості індикаторів стійкого лісокористування, що особливо важливо для природоохоронних територій [3]. В якості біоіндикаторів пропонується використати *Lepus europaeus* Pall. і *Martes martes* L. Перший з цих видів належить до гризунів, а інший – до хижаків. Ці два види пов'язані між собою харчовими відносинами [4, 5].

Гіпотеза 2. Для підвищення інформативності технології моніторингу необхідно створити комплексний показник, який би робастно поєднав властивості кількох біоіндикаторів.

Для перевірки цієї гіпотези був проведений експеримент. Метою моніторингу було виявлення залежностей динаміки популяцій дрібних ссавців з різними харчовими стратегіями від кліматичних характеристик стану довкілля.

Відповідно до методології створення інформаційних технологій інтелектуального моніторингу [1] на першому етапі моніторингу був сформований масив вхідних даних із результатів спостережень за показниками стану біоіндикаторів при зміні кліматичних характеристик довкілля. Таким чином побудований МВД містить інформацію про реакцію екосистеми на динаміку кліматичних факторів. Тобто, моніторингова система вимагає опису залежності популяції ссавців на досліджуваній території (національний природний парк «Вижницький») від погодних умов.

Для опису кліматичних характеристик використовувались результати спостережень метеостанції природного парку: температура повітря і кількість опадів. Вони були використані як незалежні змінні. В якості залежних змінних використані показники чисельності популяцій кожного із біоіндикаторів на заданій території.

Для кожного біоіндикатора була побудована модель залежності кількості особин гризуна на заданій території від температури повітря і кількості опадів. Ці моделі утворили нижню страту комплексного показника. Вихідні сигнали цих моделей сформували МВД для побудови моделі вищої страти. Після синтезу моделі вищої страти утворилась двохшарова модель комплексного індикатора, що поєднав у своїй структурі моделі локальних біоіндикаторів.

Для синтезу моделей використовувався багаторядний алгоритм МГУА [6]. Для побудови моделі вхідних даних синтезатора МІС використовувалися результати спостережень, отримані в період з 2002 по 2013 рік. Результати спостережень за 2014-2019 роки були використані для перевірки стійкості моделі. Селекція моделі здійснювалась за критерієм регулярності. Він розраховувався як середньоквадратичне відхилення результатів моделювання від реальних значень в тестовій послідовності точок спостереження. Вплив ознак оцінювався через значення вагових коефіцієнтів змінних моделювання [1].

Середня помилка моделювання різнилась по роках і становить від 0,34% до 8,22%, що дозволяє зробити висновок, що отримана модель є достатньо точною і стійкою, тобто структура цієї моделі містить достовірну інформацію про властивості об'єктів моніторингу. І комплексний показник визнається корисним.

Після підтвердження корисності отриманих моделей результати використання комплексного показника стану довкілля піддавалась експертній оцінці. Порівнювались висновки, отримані на виході МІС після використання комплексного показника для перетворення результатів спостереження із висновками експертів. Для цього були використані дані, зібрані на території національного парку "Вижницький". Було встановлено протилежний вплив максимальної температури повітря і опадів у вересні на чисельність популяції *Lepus europaeus* Pall. Для *Martes martes* L. був визначений інший набір значущих чинників. Зокрема, виявлено прямий вплив середньої максимальної температури повітря в лютому, максимального добового градієнта температури в січні і мінімальної кількості опадів в червні на чисельність популяції даного виду. Встановлені тенденції підтверджуються літературними даними, що свідчить про можливість і ефективність використання досліджуваних видів в якості біоіндикаторів [7-10]. Однак було б неправильно пов'язувати коливання популяції тварин з досліджуваними факторами. Наприклад, ефект «запізнювання» є суттєвим фактором при вивченні відгуків відкритих систем [10-12], тому в наступних дослідженнях було б логічно прийняти його до уваги при формуванні масиву вхідних даних.

Таким чином обидві гіпотези отримали своє експериментальне підтвердження. Доведено ефективність використання динаміки популяцій дрібних ссавців в якості одного з біоіндикаторів моніторингу локальних змін погоди. Використання чисельних характеристик ознак їх стану дозволило отримати масив вхідних даних достатньої інформативності для побудови адекватних і стійких моделей. Використання методу багатозарового моделювання дозволило побудувати комплексний показник стану довкілля, який робастно поєднує у своїй структурі властивості моделей локальних біоіндикаторів.

Продемонстровано використання багаторівневої інформаційної системи моніторингу для виявлення впливу трендів погодних факторів на популяції об'єктів біомоніторингу на прикладі проаналізованих даних.

Запропонований метод дозволяє встановити пріоритетність використання окремих біоіндикаторів в залежності від результатів моделювання. Перелік проаналізованих показників для роботи моніторингової системи може бути розширений як за рахунок біоіндикаторів, так і кліматичних показників.

Література

1 Holub, S.: Multilevel modeling in environmental monitoring technologies, Bogdan Khmelnytsky Cherkasy National University, Cherkasy (2007).

2 Sandifera, P., Sutton-Grierb, A., Wardc, B.: Exploring connections among nature, biodiversity, ecosystem services, and human health and well-being: Opportunities to enhance health and biodiversity conservation, *Ecosystem Services* 12, 1-15 (2015).

3 Pearce, J., Venier, L.: Small mammals as bioindicators of sustainable boreal forest management. *Forest Ecology and Management* 208(1), 153-175 (2005).

3 Twining, J., Montgomery, I., Fitzpatrick, V., Marks, N., Scantlebury, D., Tosh, D.: Seasonal, geographical, and habitat effects on the diet of a recovering predator population: the European pine marten (*Martes martes*) in Ireland. *European Journal of Wildlife Research* 65, 1-15 (2019).

4 Zheltukhin, A., Puzachenko, Yu., Kotlov, I., Shironiya, I.: Spatial-temporal dynamics of the pine marten (*Martes martes*), mountain hare (*Lepus timidus*) and red squirrel (*Sciurus vulgaris*) trail activity in the European southern taiga. *Journal of general biology, methodology, zoology* 7(1), 37-55 (2017).

5 Ivakhnenko, A.H., Myuller, J.A.K.: Self-organization of forecasting models. *Naukova dumka, Kyev* (1985).

6 Sheehy, E., O'Meara, D., O'Reilly, C., Smart, A. A non-invasive approach to determining pine marten abundance and predation *European Journal of Wildlife Research* 60(2), 23-40 (2013).

7 Mikheyev, A.V. The seasonal transformation of ration structure of *martes* genus in forest ecosystems of Ukraine steppe zone. *Naukovyj visnyk Ukrainian State Forestry University*, 14(6), 71-75 (2004)

8 Vladimirova, E.D.: Features of false rut of the pine marten in vicinities of Samara. *Povolzhsky Ecological Journal*, 17, 14–21 (2019).

9 Belsky, V.V., Lebedeva, N.I., Maslova, O.V. Macroclimate components influence on drown hare (*Lepus europaeus* Pallas, 1778) number dynamics in Zaporizhzhya region. *Bulletin of Zaporizhzhia National University. Biological Sciences. Zoology and animal ecology* (2), 35-40 (2016).

10 Ryznichenko, G.Yu.: *Mathematical models in biophysics and ecology* IKI, Moscow-Izhevsk:, (2003).

11 Murray, J.D. *Mathematical biology. An introduction* / Murray J.D. – New York-Berlin: Springer, (2002).

ЗАСТОСУВАННЯ ДИНАМІКИ ЛАНЖЕВЕНА ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПОШИРЕННЯ ВІРУСНИХ ІНФЕКЦІЙ НА ПРИКЛАДІ COVID-19

С.О. Заїка, А.Т. Лобурець

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія
Кондратюка», м. Полтава*

Середовище існування людини за останню сотню років було зруйновано в результаті безрозсудної і хижацької практичної діяльності людини на всіх можливих рівнях, в тому числі в мікросвіті. Динамічної рівноваги, яка формувалася у біосфері протягом останніх принаймні десятиків тисячоліть, більше не існує. Людство змушене боротися за своє існування, реалізуючи нові засоби направлено впливу на навколишнє середовище (пестициди, фунгіциди, інсектициди, гербіциди, антибактеріальні лікарські препарати, щеплення та інше) і все більше віддаляючись від стану рівноваги. Зруйновані екологічні ніші не можуть залишатися порожніми. Людина вже спровокувала жорстоку боротьбу всього живого проти живого. Щось має загинути і бути заміненим чимсь іншим, більш живучим, агресивним і здатним швидше за інших адаптуватися до нових умов. І не обов'язково це вдасться зробити саме людині. Поява COVID-19 є лише одним із підтверджень сказаному вище. Незалежно від того, де вірус народився, джин вийшов з пляшки (чи пробірки) на свободу і впевнено заявляє світові, хто тут хазяїн. Хочеться вірити, що на цей раз на нього управа знайдеться. Але завтра нас чекатимуть нові випробування. На жаль, є багато підстав стверджувати, що світ до них явно не готовий і готуватися навіть не збирається. А потім може бути пізно. Урбанізація завжди означає виникнення великих скупчень людей на певним чином обмежених територіях. До цього часу грип та гострі респіраторні вірусні інфекції (ГРВІ – це в тому числі і коронавірусні інфекції) займали перше місце за частотою й кількістю випадків у світі. Раніше грип був головною складовою інфекційної захворюваності і смертності. Зараз ситуація змінюється і пандемія COVID-19 потіснила вже звичні людству і вийшла на перше місце по смертності. До появи нового коронавірусу значна частина населення нашої держави мала досить слабке уявлення про профілактику вірусних інфекцій та застосування особистих засобів захисту. Все це практично ігнорувалося на всіх рівнях, наприклад, під час епідемії грипу. Носіння маски вважалося майже ознакою поганого тону, що сприяло швидкому

поширенню інфекцій. За таких умов надзвичайно важливо вміти, враховуючи основні параметри захворюваності, сприяти згасанню локальних проявів інфекції і перешкоджати виникненню епідемії чи пандемії. Тому важливим інструментом сучасної епідеміології, який може допомогти краще зрозуміти фундаментальні механізми поширення інфекційних захворювань, особливо нових, є математичне моделювання.

Епідемія чи пандемія є масовим, прогресуючим у часі й просторі розповсюдженням інфекції серед людей, що значно перевищує звичайно зареєстрований на даній території рівень захворюваності. Ендемія – постійне існування на будь-якій території певного (частіше всього, інфекційного) захворювання. Як відомо, епідемія з часом згасає або досягне стійкого ендемічного стану. Це залежить від цілого ряду факторів, зокрема вірулентності збудника та методу його передачі. Можливість інфікування через повітряне середовище зростає в умовах великої щільності. Репродукція вірусів грипу та ГРЗ відбувається дуже швидко з коротким інкубаційним періодом – 1-2 доби [1–3]. Для COVID-19 це 5-14 діб, а в деяких випадках навіть більше. При цьому заражати інших людина починає раніше, ніж сама починає хворіти. Ще одна відмінність – хвороба триває у кілька разів довше.

Кілька років тому ми проводили вивчення процесів самоорганізації у двовимірних адсорбційних системах шляхом побудови відповідних математичних моделей взаємоузгодженого хаотичного руху частинок. Такий рух дуже нагадував переміщення людей на території ринку чи на вулиці. На перший погляд, він здається хаотичним, але в дійсності у кожної людини є якась своя мета. У системі адсорбованих частинок теж є «мета». За даних термодинамічних умов вони здійснюють свої переміщення так, щоб енергія системи стала мінімальною, а ентропія максимальною, тобто, щоб система прямувала до хаосу. Але у відкритих, нелінійних, нерівноважних системах може відбуватися їхня структуризація (самоорганізація). Це можуть бути якісь примітивні форми упорядкованості, але вони впливатимуть на характер протікання процесу. Формально переміщення адсорбованих частинок і частинок-агентів у моделі (людей) дуже схожі. Математична модель руху частинок уже була створена нами і ми вирішили цю модель застосувати для вивчення поширення вірусних інфекцій в урбоекосистемах. Така робота виявилася успішною. Результати доповідались на наукових конференціях. Але для верифікації моделі не вистачало доступних нам результатів кількісних досліджень. Нині ж у зв'язку з пандемією COVID-19 ми змогли знайти дуже багато цінних матеріалів на сайтах [1 – 3] не тільки у світі та по різних країнах, а й по окремих регіонах чи навіть містах. У нас з'явилася

хороша можливість проаналізувати і порівняти з реальністю наші давні результати та одержати нові якраз по коронавірусу COVID-19.

В основу нашої моделі покладено визначення поведінки і властивостей окремих агентів та їхньої взаємодії між собою з урахуванням можливих змін умов функціонування [4]. Керуючим параметром є ймовірність інфікування при випадковій зустрічі здатного заразити та здатного сприйняти інфекцію агентів. Розподіли випадкових зустрічей агентів та процесів передачі інфекції є нормальним. На основі цього знаходиться інтегральна характеристика стану модельованої системи. Математична модель розповсюдження респіраторно-вірусної інфекції адекватно відображає основні просторово-часові складові урбоєкосистеми з урахуванням загальних ритмів життя основних соціальних груп суспільства в реальних просторово-часових координатах. Реалізовано рух елементів системи на основі динаміки Ланжевена в середині контактних груп. Інтерфейс програми дозволяє змінювати параметри задачі з урахуванням властивостей конкретної інфекції. Невелика кількість регулюючих параметрів робить програму універсальною, що дозволяє легко її налаштувати відповідно до потреб. Розмір резервуара подій задається у метрах, враховуються власні розміри агентів, представлених у моделі дисками. Дискретний час для розрахунків дорівнює одній хвилині, а результат записується у файл щоденно. Дискамі заборонено перекривати один одного. Модель ми застосовували для прогнозування ситуації у окремих невеликих населених пунктах з чисельністю населення у кілька тисяч чоловік. У напрямку зростання числа жителів жодних обмежень немає. Модель дозволяє враховувати різними способами раптові переміщення інфікованих агентів на великі віддалі – польоти Леві. Показано, що на епідемічні процеси можна ефективно впливати за допомогою найпростіших засобів – спеціальних пов'язок, які знижують ймовірність зараження повітряно-крапельним способом. Масове використання таких засобів у передепідемічний період здатне відвернути інфекцію або ж у разі її виникнення знизити число інфікованих. Очевидно, що порівнювати ситуацію з коронавірусом у різних країнах є смисл лише тоді, коли характеристики подаються в однакових системах координат. Не зрозуміло, чому на сайтах [1 – 3] подаються щоденні значення загальної кількості хворих, а не відношення числа хворих до загальної кількості населення у країні. Адже немає ніякого сенсу порівнювати загальну кількість хворих у країнах - гігантах і країнах – карликах. Якщо розглянути щоденні відсотки хворих, то на сьогоднішній день це буде: у США – 0,49; Іспанії – 0,5; Англії – 0,46; Італії – 0,38; Білорусії – 0,36; Німеччині – 0,3; Україні – 0,05; Індії – 0,009; Китаї – 0,006, а Бразилії, де зараз щоденний приріст хворих найвищий у світі, це буде лише 0,16%. Ясно,

що і швидкості росту необхідно порівнювати у відносних одиницях. Цей показник може характеризувати ефективність карантинних заходів у кожній з країн. Наприклад, у Німеччині він наближається до нуля при 0,3% хворих. Це найкращий результат серед всіх перелічених вище країн. Найбільш цікавими є показники у Китаї, Індії та Україні. На жаль, всі результати [1 – 3] залежать від кількості і якості тестування у кожній з країн. Наприклад, у Москві відсоток хворих вже досяг значення 1,33, а у самій Росії лише 0,38. До речі, 1,33% це найвищий показник у світі. Важливо було б знати, як змінюється з часом кількість тих, що уже перехворів на COVID-19. Ми здійснили серію комп'ютерних експериментів по впливу карантинних заходів на ріст кількості хворих. Суть експерименту полягала в тому, що спочатку вірус поширювався безперешкодно, а потім через 30-50 днів вводився карантин. Це означало, що знижувалася ймовірність інфікування. Виявилось, що результат сильно залежить від моменту введення карантину і чіткості його реалізації, що було відомо і до нас. Ми показали, що будь-які випадкові процеси, які впливають на ймовірність інфікування (наприклад, погодні умови, які впливають не тільки на вірус, а й на поведінку людей) здатні істотно змінювати перебіг процесів поширення інфекції, зумовлюють виникнення у системі взаємодіючих флуктуацій та елементів структуризації системи. До речі. У високоорганізованому і проінформованому суспільстві проблеми карантину можна успішно вирішувати і без надмірних зусиль держави, якщо не ігнорувати елементарного (державою і її населенням). Приклади можна знайти за адресою [3].

Література

1. <https://covid19.rnbo.gov.ua/>
2. <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>
3. https://en.wikipedia.org/wiki/COVID-19_pandemic
4. Заїка С.О. Агентне моделювання циркуляції респіраторних вірусів у міських екосистемах / С.О. Заїка, О.Л. Ляхов, А.Т. Лобурець, Ю.В. Величко // МОДС 2013: Восьма міжнародна науково-практична конференція. Тези доповідей (Чернігів-Жукин, 24-28 червня 2013р.). - Чернігів, Черніг. держ. технол. ун.-т, 2013. – 2013. – С. 38-41.

АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ВИЗНАЧЕННЯ РИЗИКУ КРИТИЧНО ВАЖЛИВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

В.В. Бегун, Т.В. Поліщук

Інститут проблем математичних машин і систем НАН України,

Державна служба надзвичайних ситуацій МВС України.

Управління (КВІ) та потенційно небезпечними об'єктами (ПНО) в Україні не відповідає кращій світовій практиці. У світі з кінця 70-их років 20-го сторіччя використовуються системи управління високого рівня на основі ризик-орієнтованого підходу (РОП) та принципів ринкової економіки, що засновані на декларуванні та страхуванні ризику та широкому впровадженні інформаційних технологій (ІТ). В нашій державі відсутня інформаційна технологія управління безпекою придатна для управління безпекою широкого класу ПНО та КВІ з можливістю кількісної оцінки ризику, яку здатний зробити звичайний інспектор. Інспектор в умовах України зазвичай є спеціалістом від низького до середнього класу у галузях, які контролює. Це разом з відсутністю інформаційної підтримки є одною з причин, що призводить до невиправданого зростання небажаних подій і аварій незважаючи на спад виробництва, що, в свою чергу, призводить до значних витрат бюджетних коштів. Хоча ці питання підіймалися неодноразово [1,2], на сторінках «Зеленої книги» [3] теж, але проблема управління безпекою на основі парадигми РОП та задачі класифікації КВІ практично не вирішені до цього часу. Ніхто в державі не займається системно цими важливими задачами.

В ПММС розроблена інформаційна технологія безпеки (ІТБ), яка здатна вирішувати усі задачі цього класу на основі численних оцінок ризику за принципами трьохрівневого управління (моніторингу) [4]. ІТБ заснована на імовірнісному моделюванні процесів і складних систем, якими звичайно є ПНО та КВІ. Головними (вирішальними) моделями ІТБ є моделі визначення поточного рівня ризику та визначення поточного стану безпеки. Звісно, процедура оцінки ризиків є важливою (самою важливою) процедурою РОП. Кращими методами її виконання є методи ймовірнісного структурного-логічного моделювання (ЙСЛМ) [1], які дозволяють численно визначити ймовірність небажаної події (аварії) в роботі складного об'єкта в залежності від факторів та обставин функціонування цього підприємства. Існують й міжнародні стандарти з

відповідними рекомендаціями її виконання, але серед можливих варіантів має бути такий, який найбільше підходить для умов виробництва. В ПММС запропоновані рішення задач оцінки ризиків шляхом створення за галузями виробництва типових програм на основі WEB технологій з інтерфейсом, які можуть бути зрозумілим для усіх користувачів [5].

Для правильного застосування цих моделей потрібно попереднє визначитися з типом об'єкту та його ризиками, тобто першою задачею має бути розробка методології класифікації об'єктів критичності, яка звичайно у більшості промислових країн законодавчо затверджена.

Потребує визначення структура критерія відношення об'єкту до класу КВІ, яка враховує важливість об'єктів, рівень загроз, рівень вразливості, розмір можливого збитку, методологію і методи аналізу ризику для кожної групи об'єктів [6,7]. Звичайно математичний апарат аналізу критичності заснований на РОП, що в цілому відповідає кращій світовій практиці. Це підтверджує й цитата «Зеленої книги»: «Як вважають американські експерти, оцінка ризиків має складати основу політики із забезпечення національної безпеки, яка з фундаментальної точки зору являє собою процес управління ризиками».

Числове значення ризику часто [6,8] використовується в якості інтегрального показника захищеності Z . Індекс захищеності КВІ пропонується визначати як відношення законодавче установленого допустимого значення інтегрального ризику для об'єктів певної групи $[R]$ до поточного значення інтегрального ризику:

$$\|R\| : Z = \frac{[R]}{\|R\|}$$

Використання методології імовірнісного моделювання (ІАБ) та відповідного матричного представлення кінцевих станів [9] визнано світовою практикою. Тобто, задача оптимального управління безпекою КВІ та ПНО вирішується у її природному виді за алгоритмом комплексної оцінки ризиків. Відмінність КВІ та ПНО з точки зору оптимального управління є в тому, що КВІ мають складну методологію класифікації. Звичайно першим елементом класифікації є тип небезпеки та галузь діяльності: хімічна (отруєння), енергетична (вибухова, пожежна), харчова (отруєння, енергетична залежність), біологічна (небезпечні епідемії), інформаційна безпека для державного управління тощо. Наступним елементом класифікації КВІ є показники важливості об'єкта (показники першого рівня): значимість об'єкта для економіки країни, нанесення шкоди престижу держави, можливість загрози населенню і територіям. Кожен показник першого рівня розкривається через

показники другого рівня через коефіцієнти значущості [7]. В основі визначення коефіцієнтів значущості лежать експертні процедури парних порівнянь. В рамках даної процедури експертами виносяться судження, наскільки один показник перевершує інший з точки зору впливу на прийняття рішення про включення об'єкта до переліку КВІ. Для визначення ваги показників за результатами парних порівнянь формується позитивна обернено симетрична матриця. Як висновок, перша математична (наукова) задача класифікації може бути зроблена за аналогією з кращою світовою практикою.

Друга задача – визначення числового значення ризику теж потребує рішення за типами небезпек. Наприклад хімічну небезпеку визначаємо у два кроки: на першому за допомогою ЙСЛМ об'єкту визначаємо імовірність небажаних подій, на другому – розповсюдження отруйної хмари та можливі наслідки цього за допомогою програми «ADAM» [9]. Аналогічно вибухо-пожежна небезпека – за ЙСЛМ об'єкту визначаємо імовірність витоку небезпечної речовини, та на другому кроці наслідки вибуху чи пожежі за стандартизованою методикою [10]. Важливим є вільний доступ населення до сайтів з безпеки за прикладом країн Євросоюзу.

Висновки. Принциповою и першорядною задачею у упорядкуванні інформаційного забезпечення роботи КВІ в Україні є розробка методології оцінки критичності. Ця робота може бути виконана сумісними зусиллями вчених НАНУ та практиків ДСНС. Теоретичне рішення задач числової оцінки ризиків існує для усіх типів небезпек, для практичної реалізації потрібне державне замовлення.

Література.

1 Бегун В.В., Гречанінов В.Ф., Клименко В.П. Щодо питань про сучасні методи регулювання безпеки. *Математичні машини і системи*. 2013. № 4. С. 135–146.

2 Бегун В.В., Волошин О.Ф., Гречанінов В.Ф. Досвід розробки моделей і програмного забезпечення з безпеки. *Математичне та імітаційне моделювання систем МОДС 2017*: тези доп. дванадцятої міжнар. наук.-практ. конф. (Чернігів, 26–29 червня 2017 р.). Чернігів: ЧНТУ, 2017. С. 142–147.

3 Зелена книга з питань захисту критичної інфраструктури в Україні. К.: - НІСД, 2014. С.- 35. URL: <http://www.niss.gov.ua/>

4 Бегун В.В. Впровадження інформаційних технологій у сферу безпеки. *Науково-технічна інформація*. 2016. №1. С. 39–45.

5 Бегун В.В., Вахнин С.А. Метод решения проблемы расчета техногенных рисков. *Управляющие системы и машины*. 2014. № 3. С. 3–9.

6 Махутов Н.А. Научно-методические подходы и разработка мероприятий по обеспечению защищенности критически важных для национальной безопасности объектов инфраструктуры от угроз техногенного и природного характера / Н.А. Махутов // Проблемы безопасности и чрезвычайные ситуации. – 2004. – № 1. – С. 41 - 49.

7 «Методика определения актуальных угроз безопасности информации в ключевых системах информационной инфраструктуры» (утв. ФСТЭК России 18.05.2007);

8 Бегун В.В., Науменко І.М. Безпека життєдіяльності (забезпечення соціальної, техногенної та природної безпеки: навч. посіб. К.: Основа, 2004. 338 с.

9 Fabbri L. Binda M., Wood M. Evaluation of the Accident Damage Analysis Module (ADAM) Tool. JRC Technical Reports, JRC113187. EUR 29363 EN, ISBN 978-92-79-94668-4, doi:10.2760/582513. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018. 83 p.

10 ДСТУ Б В.1.1-36:2016: «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпечкою». URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759

УДК 528.9

ВЕБ-СЕРВИС МОДЕЛИРОВАНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В ОБЛАЧНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ

С.Я. Майстренко, А.А. Полонский, А.В. Халченков, Т.А. Донцов-
Загреба, К.В. Хурцилава, О.И. Удовенко, И.В. Ковалец
*Институт проблем математических машин и систем (ИПММС),
Украина*

В работе программно реализованы изменения архитектуры веб-сервиса прогнозирования атмосферного загрязнения для расчетов на серверах платформы облачных вычислений Украинской национальной грид инфраструктуры (УНГ) [1]. Хостинг системы перенесен с серверов ИПММС на более мощные сервера координатора УНГ – ИТФ НАН Украины. Разработанный веб-сервис интегрирован в e-каталог сервисов Виртуального центра цифровой науки, что позволяет использовать разработку в том числе и для обучения студентов современным технологиям прогнозирования окружающей среды. Практическое значение полученных результатов заключается в том, что представленная техноло-

гия может быть использована в Украинском гидрометцентре, Государственной службе чрезвычайных ситуаций, Министерстве экологии и других ведомствах, требующих обеспечения подробными данными гидрометеорологического анализа и прогнозирования. Разработанные сервисы могут быть предоставлены также и широкому кругу исследователей окружающей среды в рамках реализации Европейской облачной инициативы (EOSC).

В предыдущих работах авторами доклада была разработана веб-система прогнозирования распространения атмосферных загрязнений в результате аварийного выброса в произвольной точке на территории Украины на основе использования современных технологий прогнозирования погоды и распространения загрязнений [2,3]. Учитывая то, что выполнение прогностических расчетов требует существенных вычислительных ресурсов, традиционная клиент-серверная архитектура, в которой расчеты выполняются на выделенном вычислительном сервере, не позволяет предоставлять веб-сервис широкому кругу пользователей. Для обеспечения простого и эффективного процесса прогнозирования атмосферного загрязнения выбрана архитектура веб-клиент - веб-сервер - облачные вычисления (рис. 1). В данной реализации клиентская и серверная части функционируют на компьютере с характеристиками: два физических процессора Intel Xeon E5335 @ 2.ГГц, по 4 ядра каждый, 16 Гб оперативной памяти, жесткий диск объемом 1 Тб.

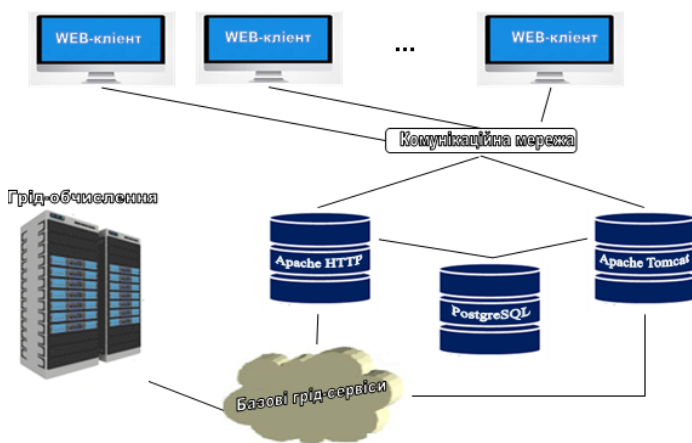


Рис. 1. Архитектура облачного сервиса.

Взаимодействие с удаленным сервером выполняется по SSH протоколу. Для запуска математической модели CALPUFF [4] в облачной

инфраструктуре было создано два инстанса: для расчета распространения в малых (географических) областях и для расчета в больших областях. Характеристики первого инстанса: жесткий диск 300 Гб, 1 Гб памяти, 1 ядро процессора. Характеристики второго инстанса: жесткий диск на 200 Гб, 8 Гб памяти, 4 ядра процессора.

В текущей настройке облачной платформы УНГ ИПММС может создавать максимум 10 виртуальных машин. При этом может использоваться не более 20 виртуальных процессорных ядер, не более 50 гигабайт памяти, максимум 1 терабайта дискового пространства (причем разбитого не более, чем на 10 виртуальных дисков, Volumes). С учетом инстансов, созданных ИПММС для решения других задач, имеющиеся для ИПММС ресурсы облачной инфраструктуры близки к предельным значениям, особенно по имеющемуся количеству дискового пространства (рис. 2).

Обобщенно процесс формирования прогноза включает следующие этапы. Пользователь регистрируется в системе, формирует параметры прогноза и инициирует запуск расчета. Серверный сервис отслеживает изменения в журнале расчетов на наличие прогнозов в очереди для расчета; формирует конфигурационные файлы для выполнения расчета; устанавливает соединение для взаимодействия между web-сервером и «свободным» виртуальным инстансом, используя скрипт *turnon*, инициирует запуск нового расчета в облачной инфраструктуре; отслеживает процесс завершения формирования прогноза; записывает результаты расчетов в БД. Получив признак окончания формирования прогноза, пользователь просматривает и анализирует результаты прогноза на цифровой карте.

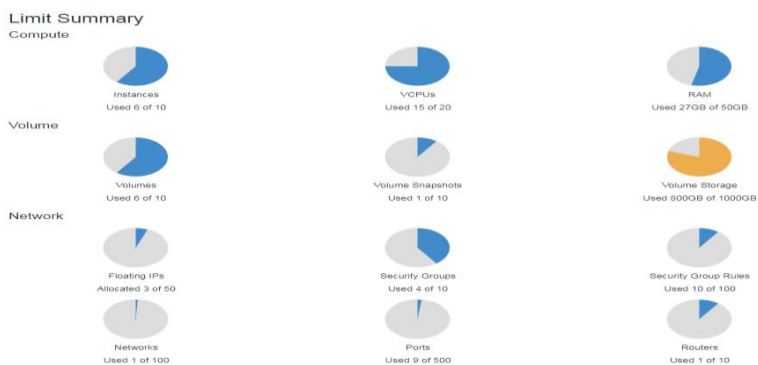


Рис. 2. Имеющиеся ограничения на использование ресурсов в облачной инфраструктуре УНГ для ИПММС.

Скрипт *turnon* получает в качестве параметра имя инстанса. Затем этот скрипт проверяет, включен ли инстанс. Скрипт производит контрольное выключение и после паузы 10 с. включает инстанс, если он был выключен на момент запуска скрипта. На рис. 3 представлены результаты тестирования скрипта *turnon*. Сначала инстанс DSTEST-B был выключен (статус SHUTOFF, 1). После запуска команды «*turnon* DSTEST-B» статус инстанса изменяется на ACTIVE (2).

Расчет атмосферной дисперсии осуществляется с помощью американской модели CALPUFF [4] на основе данных численного прогноза погоды системы WRF-Украина [5], для заданной пользователем области на территории Украины и информации об имеющихся источниках загрязнения.

```
[23:21] polonsky@cloud-11:~$nova list 22/dev/null
```

ID	Name	Status	Task State	Power State	Networks
1a79a0b0-80bf-42d5-b95e-496aa80d23ce	CALPUFF-A	ACTIVE	-	Running	wf-private-10.0.1.10
76fa95b2-9ccb-43b7-8af9-82c321f0d319	CALPUFF-B	SHUTOFF	-	Shutdown	wf-private-10.0.1.5
ecf9239e-bbaa-41cc-a183-0f6a7f13f312	DSTEST-A	ACTIVE	-	Running	wf-private-10.0.1.6
ae890907-53b0-465b-9aba-cd18370c5f08	DSTEST-B	SHUTOFF	-	Shutdown	wf-private-10.0.1.7
1a407e08-6c48-4c84-af48-95c62ec02f18	WRF	ACTIVE	-	Running	wf-private-10.0.1.7, 194.44.37.63
0a530555-05e2-4298-8f3c-a84b19aebb13	WRF2	ACTIVE	-	Running	wf-private-10.0.1.10, 194.44.37.169

```
[23:24] polonsky@cloud-11:~$turnon DSTEST-B
Machine is not running, trying to restart...
Cannot 'stop' instance ae890907-53b0-465b-9aba-cd18370c5f08 while it is in vm_state stopped (HTTP 409) (Request-ID: req-7032ef73-5c58-4036-9295-af55830bd29)
Request to start server DSTEST-B has been accepted.
```

```
[23:25] polonsky@cloud-11:~$nova list 22/dev/null
```

ID	Name	Status	Task State	Power State	Networks
1a79a0b0-80bf-42d5-b95e-496aa80d23ce	CALPUFF-A	ACTIVE	-	Running	wf-private-10.0.1.10
76fa95b2-9ccb-43b7-8af9-82c321f0d319	CALPUFF-B	SHUTOFF	-	Shutdown	wf-private-10.0.1.5
ecf9239e-bbaa-41cc-a183-0f6a7f13f312	DSTEST-A	ACTIVE	-	Running	wf-private-10.0.1.6
ae890907-53b0-465b-9aba-cd18370c5f08	DSTEST-B	ACTIVE	-	Running	wf-private-10.0.1.7
1a407e08-6c48-4c84-af48-95c62ec02f18	WRF	ACTIVE	-	Running	wf-private-10.0.1.7, 194.44.37.63
0a530555-05e2-4298-8f3c-a84b19aebb13	WRF2	ACTIVE	-	Running	wf-private-10.0.1.10, 194.44.37.169

```
[23:26] polonsky@cloud-11:~$
```

Рис. 3. Скриншот тестирования скрипта *turnon*.

Литература

- Zynovyev M., Svistunov S., Sudakov O. and Y. Boyko (2007) "Ukrainian Grid Infrastructure: Practical Experience," 4th IEEE Workshop on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, Dortmund, 2007, pp. 165-169.doi: 10.1109/IDAACS.2007.4488397
- Kovalets, I.V., Maistrenko, S.Y., Khalchenkov, A.V., Zagreba, T.A.,Khurtsilava, K.V., Anulich, S.N., Bepalov, V.P., and Udovenko, O.I. (2017). Povityra web-based software system for operational forecasting of atmospheric pollution after manmade accidents in Ukraine. Наука та інновації, 13(6), 11-22. doi: 10.15407/scin13.06.013
- Майстренко С.Я., Халченков О.В., Донцов-Загреба Т.О., Беспалов В.П., Хурцилава К.В., Полонський О.О., Ковалець І.В. Веб-система прогнозування атмосферного забруднення в Україні на основі ланцюга моделей прогнозу погоди та атмосферної дисперсії. Математичні машини і системи 2019. № 2. С. 71-79.

4 Scire J.S., Strimaitis, D.G., Yamartino, R.J. (2000) A user's guide for the CALPUFF dispersion model (Version 5). USA, Concord: Earth Tech, Inc., 2000

5 Ковалець І.В., Халченков О.В., Полонський О.О. (2019) Використання системи WRF-Україна для прогнозування агрометеорологічних умов. Математичні машини та системи. 2019. №1. С. 36–48.

УДК 338.24

ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ЗАЛЕЖНО ВІД ОБСЯГІВ КІНЦЕВОГО ПОПИТУ

В.В.Кулик, О.І. Ястремський

ДННУ «Академія фінансового управління», Україна

Забруднення атмосферного повітря парниковими газами становить гостру екологічну проблему в Україні, яка потребує системного аналізу та розробки відповідної системи природозахисних заходів, в тому числі шляхом регулювання кінцевого попиту.

В Україні розроблені методологічні матеріали в частині обліку викидів в атмосферне повітря [1, 2], здійснюється періодична публікація екологічного рахунку [3], національних рахунків, зокрема таблиці «витрати-випуск»[4], очікується розробка та впровадження в статистичну практику (звітність) еколого-економічних рахунків (модель Леонтьєва-Форда) та ін.

Сучасна економічна криза, викликана пандемією коронавірусу, суттєво обмежила обсяги виробництва, і відповідно виробництва викидів. Крім того, її наслідком є зменшення кінцевого попиту, а отже, і деяке покращення екологічної ситуації, пов'язаної із забрудненням навколишнього середовища, зокрема викидами парникових газів [5].

Все це вказує на нагальну необхідність оцінки змін обсягів викидів у зв'язку із змінами структури і особливостей кінцевого попиту різних видів діяльності. Звісно, це потребує залучення інструментарію міжгалузевого балансу, методологічних положень щодо оцінки прогнозних значень викидів [5], підготовки необхідної вхідної інформації для моделювання та ін.

Оцінка забруднення парниковими газами залежно від обсягів кінцевого попиту в Україні здійснювалась за такими параметрами : 1) із 10 забруднювачів атмосферного повітря були обрані три найбільш критичні забруднювачі (двоокис вуглецю, окис азоту і метан); 2) всі види економічної діяльності (ВЕД) були агреговані до трьох ВЕД (первинний,

вторинний та третинний сектори); 3) підготовлені необхідні еколого-економічні дані за 2013-2017рр.

Навантаження виробництва викидів на кінцевий попит секторів оцінювалось за формулою:

$$Z = B(E-A)^{-1} EY + H,$$

де A – матриця прямих витрат, Y – вектор кінцевого попиту, $(E-A)^{-1}$ – матриця повних витрат (обернена матриця Леонт'єва); H – вектор виробництва викидів домашніми господарствами.

Результатом обчислень стали оцінки обсягів вказаних викидів за трьома агрегованими ВЕД та домогосподарствами протягом 2013-2017рр., що спричинені кінцевим попитом (рис.1-рис.3). Протягом досліджуваного періоду загалом спостерігається зменшення фізичних обсягів викидів двоокису вуглецю, окису азоту та метану порівняно із обсягами викидів 2013р. Особливо значне зменшення навантаження викидів на кінцевий попит спостерігалось в 2013-2014рр.

Найбільшим забруднювачем атмосферного повітря є вторинний сектор (промисловість), викиди якого становлять близько 50% за вказаними забруднювачами. Друге місце за обсягами викидів посідає вторинний сектор (сфера послуг) – близько 25% за двоокисом вуглецю, 30% за окисом азоту та 38-29%% за метаном. Частка викидів первинного сектору (агросектор) за двоокисом вуглецю близько 6-10%%, за окисом азоту 10%, за метаном 11-15%%.

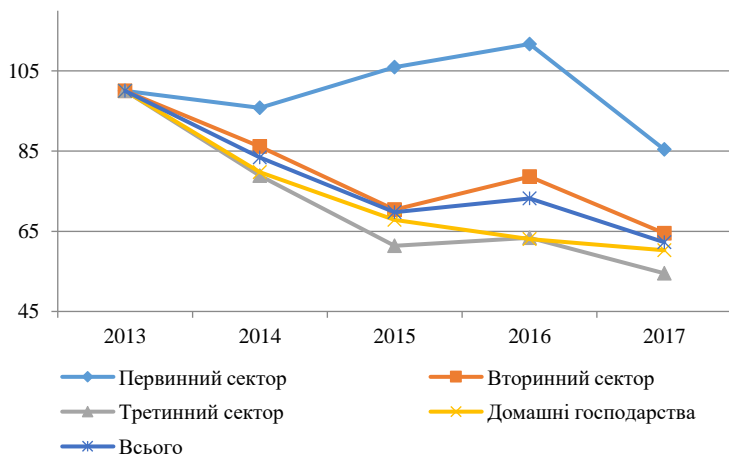


Рис. 1. Динаміка навантаження виробництва двоокису вуглецю за секторами, 2013 – 100%

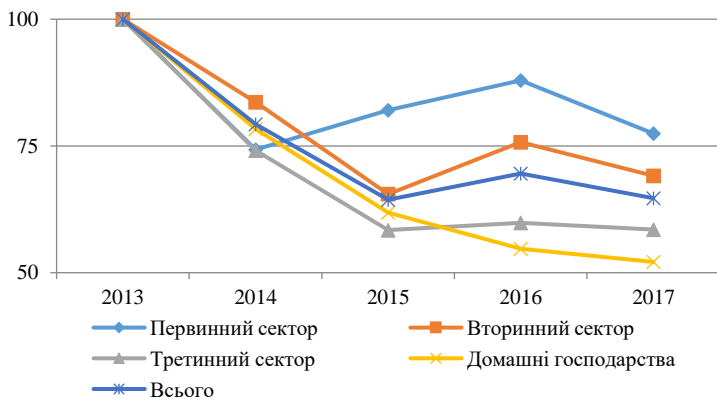


Рис. 2. Динаміка повного навантаження виробництва окису азоту, 2013 р. – 100%.

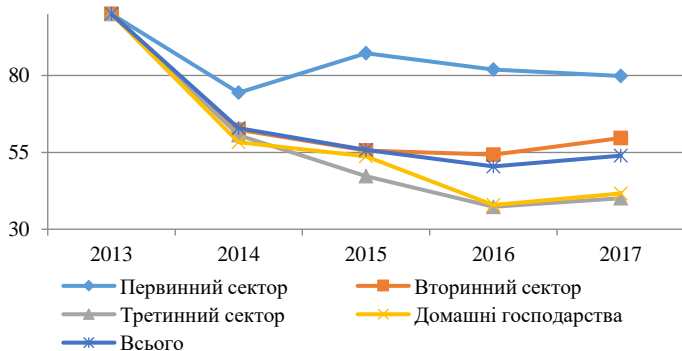


Рис. 3. Порівняльна динаміка повного навантаження виробництва металу на кінцевий попит за секторами, 2013 р. – 100%.

З точки зору мінімізації обсягів викидів, доцільно стимулювати ті сектори економіки (види економічної діяльності), кінцевий попит яких генерує менше викидів. З іншої сторони, в економічній системі мають бути створені ринкові механізми, що стимулюють зменшення прямих витрат (матриця А), наприклад шляхом захисту конкуренції і т.ч. виведення на ринок нових більш енергоефективних технологій та ін.

Висновки. Представлений підхід до оцінки викидів може бути: 1) поширений на більш деталізовану класифікацію ВЕД, в розрізі більш широкого спектру забруднювачів; 2) використаний для сценарного моделювання виробництва викидів за умови зменшення витрат, наприклад на 1%, по економіці в цілому або за окремими ВЕД.

Література:

1 Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від використання палива на побутові потреби в домогосподарствах затверджена наказом Держкомстату від 22.04.2011 № 98.

2 Методологічні положення зі складання рахунку викидів у атмосферне повітря затверджена наказом Держкомстату від 19.10.2015 № 298 із змінами, затвердженими наказом Держстату від 20.08.2019 № 280.

3 Рахунок викидів у атмосферне повітря у 2017 році. Режим доступу : www.ukrstat.gov.ua. [Дата звернення: 1 червня 2020].

4 Таблиця «витрати-випуск» України за 2017 рік в основних цінах // Статистичний збірник. К.: Державний комітет статистики України, 2019. Режим доступу : www.ukrstat.gov.ua.

5 Eurostat Manual of Supply, Use and Input-Output Tables. Office for Official Publications of the European Communities, European Commission, Luxembourg, 2008.

УДК 351.861

РЕЗУЛЬТАТИ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ КІЛЬКОСТІ ЗЕМЛЕТРУСІВ З МАГНІТУДОЮ ≥ 5 ПО ЗЕМНІЙ КУЛІ

В.В. Тютюник¹, О.О. Тютюник², Т.Х. Агазаде¹

¹ Національний університет цивільного захисту України

² Харківський національний економічний університет

імені Семена Кузнеця

Метою роботи є розвиток науково-технічних основ створення системи штучного інтелекту для моніторингу надзвичайних ситуацій (НС) тектонічного походження, що реалізується шляхом побудови нейромережливих моделей прогнозування рівня сейсмічної небезпеки території Земної кулі за кількістю та руйнівною енергією НС тектонічного походження [1–3]. Побудова нейромережливих моделей прогнозування рівня сейсмічної небезпеки території Земної кулі в роботі проведено з використанням статистичного пакету STATISTICA.

Відповідно до мети дослідження розв'язання наукової задачі у роботі забезпечено шляхом побудови штучної нейромереживої (ШНМ)

моделі – моделі часового ряду, де вихідним показником є $N_{\Sigma}(t)$ – сумарна по Земній кулі кількість землетрусів (за умов, що $M \geq 5$ – магнітуда землетрусу) в залежності від поточного часу аналізу t .

Для розробки цієї моделі обрано багат шаровий перцептрон (БШП). Вхідними параметрами цієї моделі є результати аналізу щомісячної динаміки показника $N_{\Sigma}(t)$ за 2009–2018 рр., які наведені на рис. 1.

Для навчання нейромереж всі спостереження було розділене на три вибірки. За умовчанням здійснювалося випадкове розділення спостережень між вибірками, щоб уникнути перенавчання мережі та для гарантування якісного узагальнення (прогнозування). Перша вибірка (Повчальна – 50% спостережень) використовувалася для навчання мережі; друга (Контрольна – 25% спостережень) – для крос-валідації алгоритму навчання під час його роботи; третя (Тестова – 25% спостережень) – для остаточного незалежного тестування навченої нейромережі. Навчання проведено із швидкістю $\eta = 0,01$.

Результат оцінки відношення між похибкою прогнозу та складністю архітектури явився основою для подальшого конструювання тришарової MLP 13-10-1 мережі, яка має тринадцять входів, 10 елементів у схованому шарі та одну логістичну вихідну функцію, яку представлено на рис. 2.

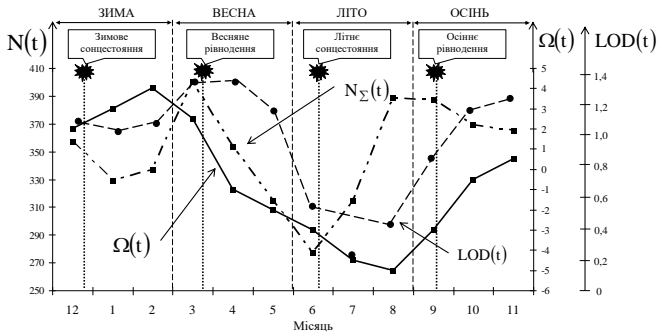


Рис. 1. Узагальнена по Земній кулі помісячна динаміка показників варіації швидкості осьового обертання Землі ($LOD(t)$), віддалення внутрішнього ядра від центру Земної кулі ($\Omega(t)$) та сумарної сейсмічної активності ($N_{\Sigma}(t)$) з магнітудою $M \geq 5$ протягом 2009–2018 рр.

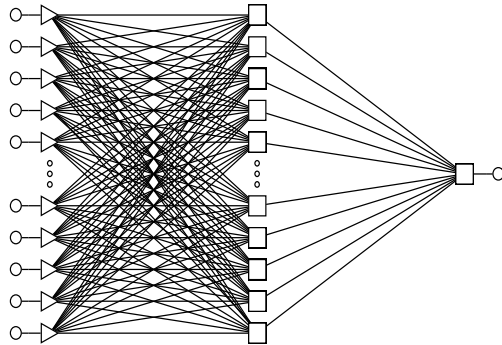


Рис. 2. Архітектура тришарового перцептрона MLP 13-10-1 з логічною передачею сигналів для аналізу часових рядів щодо прогнозу помісячної динаміки сейсмічної активності Земної кулі ($N_{\Sigma}(t)$)

Використання у даному випадку логічних функцій активації, з параметрами масштабування, базувалося на заданій частці розмаху логічної функції, рівної 0,9, що відповідає $[0,05; 0,95]$ діапазону навчання нейронної мережі. Функцією активації схованого шару перцептрона MLP 13-10-1 є гіперболічний тангенс. Це дозволяє проводити незначну екстраполяцію даних. Крім того, використання логічних функцій стабілізує процес навчання.

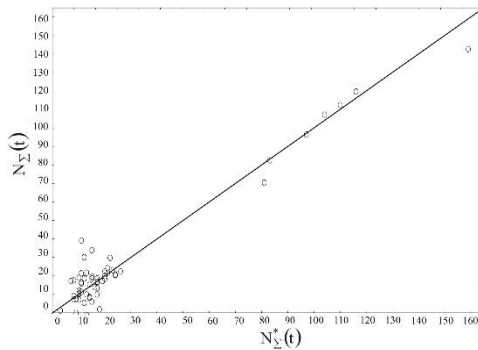


Рис. 3. Залежність між значеннями показника сейсмічної активності Земної кулі, що спостерігаються, ($N_{\Sigma}^*(t)$) за статистичними даними та прогнозуються ($N_{\Sigma}(t)$) мережею MLP 13-10-1

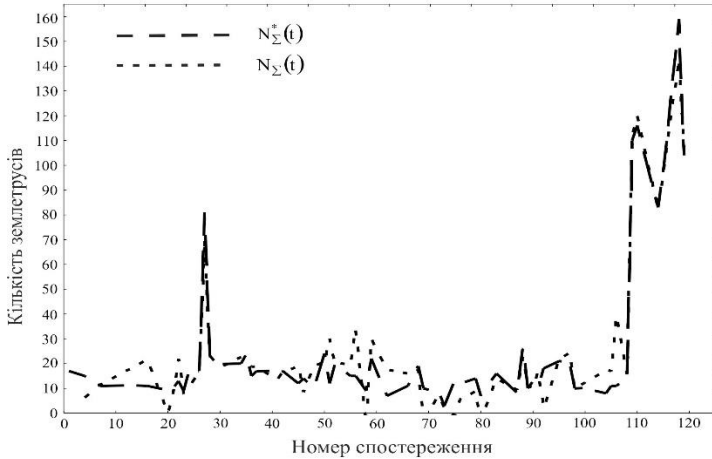


Рис. 4. Залежність у часі (від номеру спостереження) між значеннями показника сейсмічної активності Земної кулі, що спостерігаються, ($N_{\Sigma}^*(t)$) за статистичними даними та прогнозуються ($N_{\Sigma}(t)$)

мережею MLP 13-10-1

Результати перевірки адекватної прогностичної працездатності мережі MLP 13-10-1 представлені на рис. 3, які характеризують відношення між значеннями показника сейсмічної активності Земної кулі, що спостерігаються ($N_{\Sigma}^*(t)$) за статистичними даними та прогнозуються ($N_{\Sigma}(t)$) мережею. Коефіцієнт кореляції між цими показниками за результатами навчання мережі "повчальною вибіркою" дорівнює $r_{N_{\Sigma}^*(t)N_{\Sigma}(t)}^2 \approx 0,953$. Графік залежності у часі (від номеру спостереження), з відповідним рівнем прогностичної адекватності, між значеннями показника сейсмічної активності Земної кулі, що спостерігаються ($N_{\Sigma}^*(t)$) за статистичними даними та прогнозуються ($N_{\Sigma}(t)$) мережею MLP 13-10-1 представлено на рис. 4.

Роботу навченої MLP 13-10-1 мережі продемонстровано на основі аналізу результатів сейсмічної активності Земної кулі у 2019 році. Результати прогнозу представлені у табл. 1, за результатами аналізу даних якої можна стверджувати, що отримана нейромережа MLP 13-10-1 дозволяє з відповідною до даних рис. 3 і 4 адекватністю проводити прогноз рівня сейсмічної активності Земної кулі за кількістю виникнення землетрусів з магнітудою $M \geq 5$.

Таблиця 1- Результат прогнозування мережею MLP 13-10-1 рівня сейсмічної активності Земної кулі

t	2019 рік											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
$N_{\Sigma}^*(t)$	120	104	118	113	93	103	117	127	131	137	138	123
$N_{\Sigma}(t)$	103	86	135	92	78	86	134	148	154	114	158	147
$\delta_{N_{\Sigma}(t)}, \%$	15	17	14	18	16	17	15	17	18	17	14	19

Таким чином, в роботі отримано нейромережеву модель, яка дозволяє прогнозувати рівень сейсмічної активності Земної кулі з адекватністю на рівні $r_{N_{\Sigma}^*(t)N_{\Sigma}(t)}^2 \approx 0,953$.

Література

1. Андронов В.А. Науково-конструкторські основи створення комплексної системи моніторингу надзвичайних ситуацій в Україні: Монографія / В.А. Андронов, М.М. Дівізінюк, В.Д. Калугін, В.В. Тютюник. – Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2016. – 319 с.

2. Тютюник В.В. Развитие основ геоинформационных систем мониторинга чрезвычайных ситуаций тектонического происхождения / В.В. Тютюник, Л.Ф. Черногор, В.Д. Калугин, Т.Х. Агазаде // Прикладна радіоелектроніка – Харків: Харківський національний університет радіоелектроніки; Академія наук прикладної радіоелектроніки, 2019. – Т.18. – Вип. 1, 2. – С. 52 – 65.

3. Vadym Tiutiunyk, Vladimir Kalugin, Olha Pysklakova, Olexandr Yaschenko, Tural Agazade. Hierarchical clustering of seismic activity local territories Globe / EUREKA: Physics and Engineering, 2019, no. 4, pp. 41 – 53.

СЕКЦІЯ 2
СУЧАСНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОГО ТА ІМІТАЦІЙНОГО
МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ У ВИРОБНИЦТВІ

TRANSPORT CATEGORY AIRPLANE FUSELAGE MASTER GEOMETRY PARAMETRICAL MODELING METHOD

A.S. Chumak1[0000-0003-2913-7038] L.Y. Buival1[0000-0002-3374-7720] A.M. Humennyi1[0000-0003-1020-6304] O.G. Grebenikov1[0000-0002-1509-0665] and D. Konyshev2[0000-0002-4537-532X]

¹ *National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute", Ukraine*

² *State Company "ANTONOV", Ukraine*

a.chumak@khai.edu

A transport category airplane fuselage master geometry parametric modeling method is developed basing on its generalized theoretical drawing and geometric parameters matrix, which are changed in given ranges.

Main tasks to solve:

1 Analysis of transport category airplane fuselage requirements and its design features.

2 Development of fuselage generalized theoretical drawing and geometric parameters matrix.

3 Creating fuselage master geometry parametric model in Siemens NX integrated design system.

4 Determination of the model geometric characteristics in given parameters ranges, results verification.

The main features of fuselage master geometry parametrical modeling method:

— accommodation of payload crew and equipment prescribed by the airplane technical specifications;

— efficient structural integration of aircraft units providing minimum mass, high reliability and maintainability of airframe;

— high quality of external surface providing low aerodynamic drag;

— compliance with the requirements of regulatory documents (AP-25, CS-25, ICAO SRP A6, AC-25, OST), particularly in placement of passengers, crew and a view from the cockpit.

The developed parametric model of fuselage master geometry provide [4, 5, 6]:

1 a single source of information about the fuselage surface configuration for further aircraft design, preparation for its production and operation;

2 fuselage parameters and its surface shape associative coupling;

3 high surface quality, the absence of gaps or tangent discontinuities which were unspecified structurally, smooth and streamlined contours.

A simplified parametric model of fuselage master geometry is described for frontend design stage application. It can be used for preliminary analysis of the fuselage and the whole aircraft characteristics, as well as for the exchange of preliminary data on its configuration between developers.

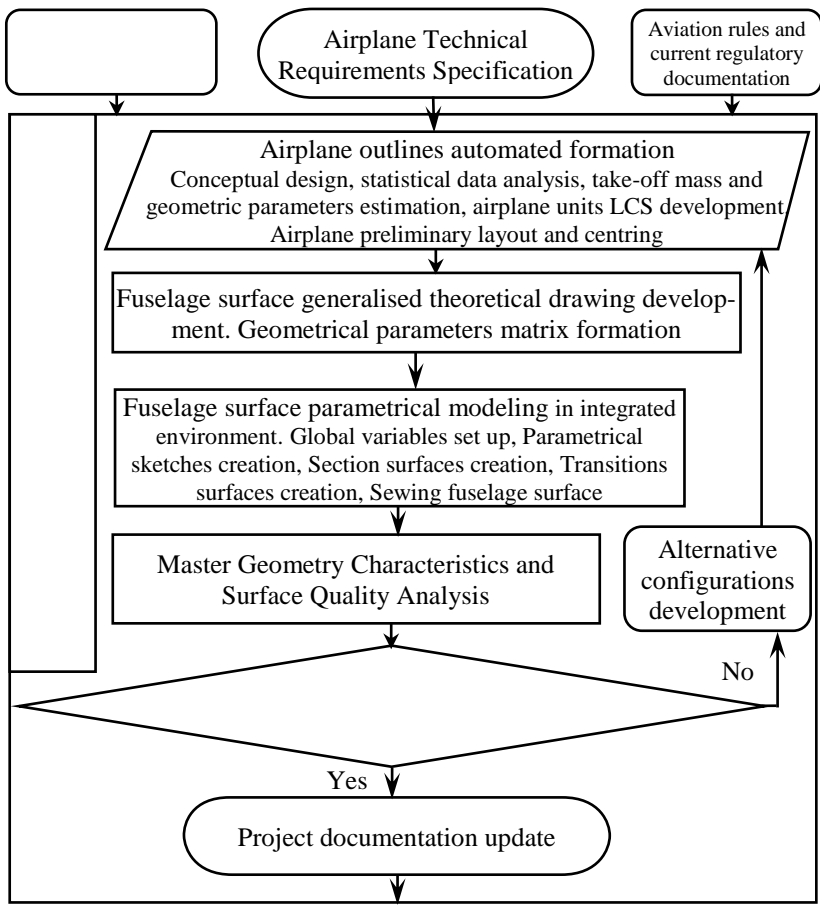


Fig1. Fuselage master geometry parametrical modeling method scheme.

The method was tested using data of An-1X8 family transport category airplanes, as well as in frontend designing of new airplane for local airlines. Side views of created fuselage models presented on the fig.2 in unified scale.

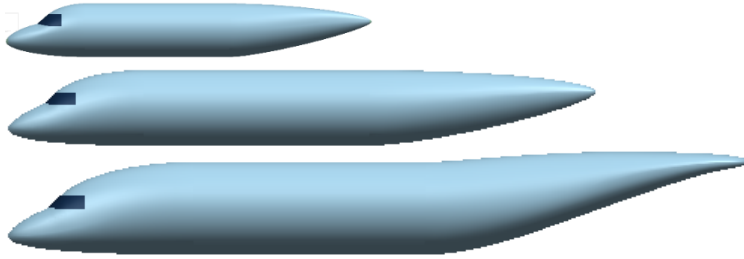


Fig. 2. Fuselage master-geometry parametric models.

As result of the testing, the possibility of automated model editing in given ranges of geometric parameters values is confirmed.

Accuracy of the model is estimated by comparison of the results to characteristics of existing airplanes fuselages, error is shown for correspondent data in tab 2 in braces. Error caused by simplifications of generalized drawing not exceeding 5%. This result is acceptable for frontend design stage.

Table 1. Resulted Model Geometrical Properties

Parameter, designation, unit	Airplane model		
	X174	An-1X8 Passenger	An-1X8 Cargo
Fuselage diameter d_f , mm	2300	3350	3900
Fuselage fineness ratio, λ_f	7	8,2	7,69
Nose section fineness ratio, λ_{n-n}	1.9	1,65	1,8
Tail section fineness ratio, λ_n	3	3,15	3
Fuselage length, L, mm	16100	27470 (0,11%)	30000 (0,11%)
Fuselage washed surface, S, m ²	98	243 (0,69%)	299 (0,24%)
Fuselage internal volume, V, m ³	50	183 (0,35%)	271 (4,06%)

Transport category airplane fuselage master-geometry parametrical modeling method provides definition coordination and description of

fuselage mathematical model by means of up to date integrated design systems accordingly to the requirements of airplane design specification and regulatory documents. Better accuracy and editing automation allow reducing the number of design iterations in comparison to traditional methods of descriptive geometry and improve usability of the model in parametrical engineering analysis applications for aerodynamic and mass characteristics study and optimization on early design stages.

Parametrical master-geometry model represents main geometric features of the transport category aircraft fuselages (fuselage fineness ratio, nose and tail section fineness ratios, fuselage cross-section shape, cockpit windscreen, nose and tail axis deflections) and ensures the smoothness of the aerodynamic surface and the possibility of solid model creating.

The proposed method allows change the model automatically in a given range of geometric parameters, which make it useful in further parametric studies of the aerodynamic, strength and mass characteristics of the fuselage with aid of computer engineering analysis systems.

Literature:

1 Grebenikov, A.G.: Metodologiya integrirovannogo proyektirovaniya i modelirovaniya sbornykh samoletnykh konstruksiy. National aerospace university Kharkov Aviation Institute, Kharkov (2006).

2 Aviation Rules. Airworthiness standards transport category aircraft. Part 25. IAC (2014).

3 Balabuev, P.V. ANTK Antonov Strategy and Practice in the Creation of AN Airplanes Based on Full Electronic Product Definition [Text] / P.V. Balabuev, V.I. Matusovich // Information technology in high technology engineering: Computer support for industrial business / under the general. ed. A.G. Bratukhina. - K .: Technika. - 2001 .-- S. 84 - 97.

4 The concept of creating a passenger aircraft for local airlines, Yu.N. Geremes, A.G. Grebenikov, A.M. Humenny, et al. // Open Information and Computer Integrated Technologies, Sat. scientific tr University of them. NOT. Zhukovsky "KhAI" - Issue 47. - H., 2010 .-- S. 20-33.

5 Torenbeek, E.: Advanced Aircraft Design: Conceptual Design, Analysis and Optimization of Subsonic Civil Airplanes. Delft University of Technology, Netherlands (2013).

6 Научные основы интегрированного проектирования самолетов транспортной категории:[монография] ДС Кива, АГ Гребеников - Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского 2014.

MATHEMATICAL MODEL OF HEAT TRANSFER PROCESS OF PRODUCTION OF GRANULATED FERTILIZERS IN FLUIDIZED BED

Bogdan Korniyenko¹, Lesya Ladieva¹ and
Liliya Galata²

¹ *National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine*

² *National Aviation University, Kyiv, Ukraine*

Ukraine is one of the largest agricultural countries in Europe. The Ukrainian agricultural sector is a leading industry with a well-developed business structure and high investment prospects. Growing of cereals is a major part of the market and therefore an important issue is to ensure the growth of grain yields. To increase the yield, it is necessary to increase the amount of nutrients in the soil. This is achieved by the introduction of mineral fertilizers.

One of the most common methods of making mineral fertilizers is granulation. Fertilizers in the form of granules have several advantages over conventional fertilizers in the form of powder or liquid, namely, ease of transportation, are well absorbed and less amenable to soil weathering.

The design of the granulation process apparatus is simple, and due to the high heat transfer and mass transfer rates, it is possible to design compact granulation plants compared to other technologies. On an industrial scale, the granulation process requires a large amount of energy, namely natural gas, which is used to heat the air in the process chamber. Reducing the amount of gas used for the granulation process by at least 10-15% at constant product quality indicators would significantly increase the efficiency of the granulation process and significantly reduce production costs. One important step in solving the problem is to create a mathematical model of the process that should correctly reflect all stages of the granulation process [1-3].

Therefore, the task of developing a mathematical model that will enable the creation of an energy-efficient granulation process control system that will maintain the moisture content of the granules at a given level is an urgent task.

The basis for controller design is a dynamic process model. In principle, the more accurate the process description, the more we can say about the result of the process. But the excessive amount of detail can also dramatically

complicate the design process of the controller, so assumptions are made at some point that subsequently simplify the controller design without compromising the accuracy of the process result.

The granulation process in the granulator is greatly influenced by such parameters as the temperature of the granules, the fluid temperature of the fluidized bed and the moisture content of the granules. In the mathematical model created, much attention is paid to controlling these parameters so that the control system can ensure efficient use of resources and high quality of products.

The moisture content of the granules, the air temperature inside the granulator used for the granulation process, and the temperature of the granules are closely related, because if the air temperature exceeds the temperature range, there will be excessive heating of the granules and a critical reduction in the moisture content of the granules. As a result, excess energy will be used to heat the air, which is not energy efficient, and reducing the amount of moisture in the pellets can lead to their fragility, which negatively affects the process of transportation and use of mineral fertilizers, so it is important that mathematically developed the model met the requirements [4].

When creating a mathematical model, the following assumptions were made:

- the change of the parameters of the fluidized bed occurs in time, without taking into account the radial component and the change in height;
- heat exchange between air, particles and droplets is convective;
- change in temperature and moisture content along the width of the layer does not significantly affect the formation of granules, so we can neglect it;
- fluidized bed is well mixed, no stagnant zone.

The processes of dehydration and granulation are described by the developed mathematical model in the form of a system of three differential equations. Equation (1) describes the change in air temperature used to heat the layer and pellet formation:

(1)

where ρ - the density of the granules, kg/m³; C - the heat capacity of the granules J/(kg·K); T_a - temperature of the coolant, K; V_a - velocity of the coolant, m/s; ε - the porosity of the flow of granules; α - the heat transfer coefficient, 1/s; λ - the coefficient of horizontal thermal conductivity, m²/s; F - area of the gas distribution grid, m²; T_g - temperature of the granules, K; G_p - the consumption of the original solution, m³/s; x_p - the concentration of

the original solution; r - the heat of vaporization, J/kg; C_a - the specific heat of air, J/(kg·K); x - the height of the device, m; y - width of the device, m.

Equation (2) describes the change in temperature obtained in the granulation process of granules:

(2)

where V_g - the speed of the spray solution, m/s; q - the heat released during the crystallization of the solution, J/kg.

Equation (3) describes the change in the moisture content of the granules:

(3)

where W_g - the moisture content of the granules; D - the diffusion coefficient, m²/s; β - the mass transfer coefficient, kg/m²; ζ_1 , ζ_2 are the weights.

The mathematical model developed in the form of equations (1) - (3) takes into account the fluid dynamics of the fluidized bed, as well as the kinetics of the granulation and dehydration processes.

A mathematical model of heat exchange of the process of production of granular fertilizers in the fluidized bed was developed. The mathematical models of the fluidization and granulation process in the fluidized bed are analyzed. The main processes affecting the production of granular mineral fertilizers - heat exchange, mass transfer, vaporization, crystallization - are determined. Transient characteristics of air temperature, temperature of granules and moisture content of granules were obtained. The computer experiment confirmed the adequacy of the proposed mathematical model of the process of production of granular mineral fertilizers in the fluidized bed. The main characteristics that affect the production of pellets in a fluidized bed are air temperature and pellet temperature. To obtain a fertilizer of a given quality, it is necessary to control the moisture content of the granules. The proposed mathematical model of heat transfer of the process of production of granular fertilizers in the fluidized bed together with the controller can be used to build an automated process control system.

Literature

1 Korniyenko, B. Y., Borzenkova, S. V., Ladieva, L. R. Research of three-phase mathematical model of dehydration and granulation process in the fluidized bed. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, Volume 14, Issue 12, pp. 2329-2332, (2019).

2 Kornienko, Y. M., Liubeka, A. M., Sachok, R. V., Korniyenko, B. Y. Modeling of heat exchangement in fluidized bed with mechanical liquid distribution. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, Volume 14, Issue 12, pp. 2203-2210, (2019).

3 Korniyenko, B.: Informacijni tehnologii' optimal'nogo upravlinnja vyrobnyctvom mineral'nyh dobryv. K.: Vyd-vo Agrar Media Grup (2014).

4 Korniyenko, B., Osipa, L.: Identification of the granulation process in the fluidized bed. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences Volume 13, Issue 14, pp. 4365-4370 (2018).

УДК 629.3.075

STUDIES OF THE RECTILINEAR MOTION OF THE AXIS OF THE LOCKED WHEEL AFTER BRAKING THE CAR ON UPHILL

D. Leontiev¹, S. Shuklinov¹, V. Makarov², V. Verbytskiy³, A. Gubin¹

¹ *Kharkiv National Automobile and Highway University, Ukraine*

² *Vinnitsia National Technical University, Ukraine*

³ *V. N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine*

The process of moving a vehicle, especially on the uphill, affects the traffic flow and on road safety, which is why modern vehicles are equipped with automatic systems that help the driver begin to move on the uphill. A lot of scientific works [6–17] have been devoted to the study of vehicle moving processes, which indicates the relevance of this area of research. An analysis of these works showed that the process of starting a vehicle moving on the uphill is determined by the change in the elastically deformed state of the vehicle pneumatic tires, the applied forces and the corresponding reactions from the side of the road surface. It is known that after a vehicle stops on the uphill, the pneumatic tires of its braked wheels remain deformed by the longitudinal component of the gravity. In this case, elastic forces are formed in the pneumatic tires of the braked vehicle wheels, which compensate for a part of the longitudinal force acting on the vehicle. In this case, the elastic longitudinal deformation of the pneumatic tire determines the longitudinal displacement of the wheel axis and, accordingly, of the car body. It is obvious that the dynamic state of the axis of the blocked wheel after the vehicle stops on the uphill determines the nature of the operation of automatic systems that help the driver when the vehicle begins to move.

An analysis of scientific papers [6–17] on modeling the process of starting a vehicle's movement showed that they are based on a description of the

dynamic state of the vehicle, and the deformation of pneumatic tires [21] mounted on wheels affects the control and dynamics of the vehicle's movement. To determine the displacement of the reaction of the surface of the road surface in [1], a study was carried out determining the nature of the vehicle's movement, and in [2] equations were given for determining the longitudinal shear of the vertical reaction during vehicle movement. An analysis of [3] showed that, based on theoretical and experimental studies, its author has developed a method for calculating the position of a normal reaction relative to the center of the contact patch of a pneumatic tire with the surface of the road. The studies of the angular deformation of the pneumatic tire of a wheel, carried out in [4], made it possible to obtain equations for describing the angularly damped oscillations in a flexible pneumatic tire depending on the magnitude of the torque, wheel load, and tire characteristic.

Determining the stress state of the tires of all the braked wheels of a vehicle standing on the uphill is a difficult statically indefinable task. In this regard, at the first stage of the study of the dynamic state of the axis of the locked wheels under the action of the longitudinal component of the vehicle's gravity, we accept the following assumptions and conditions:

- after stopping the car on the uphill, it is held in place by the wheels of one axis;
- wheels of the same axles have the equal loads, dimensions and characteristics;
- the wheels of one axis are replaced by one wheel located in the central longitudinal plane of the vehicle;
- there is no air movement around the vehicle;
- the suspension of all wheels is absolutely stiff;
- the surface on the roadside is absolutely flat and hard, located at an angle α to the horizon;
- the force of adhesion of the wheels to the supporting surface is greater than the longitudinal forces acting on the wheels.

The results of modeling the rectilinear motion of the wheel axis relative to the center of the fixed tire patch shows that the initial coordinate of the x_0 axis can have a positive and negative value depending on the ratio of the uphill of the road and the braking coefficient $z = j_T / g$. The change in the coordinate of the wheel axis in the case of a vehicle stop with a slowdown $j_T = g \cdot \sin\alpha$, which is characterized by the absence of longitudinal force and longitudinal deformation of the tire x_0 at a given time. For the uphill of the supporting surface of the road of 5 degrees, this case is observed when the vehicle slows down $j_T = 0.855 \text{ m} / \text{s}^2$. It should be noted that the results are obtained for braking with four wheels, and holding the vehicle on the uphill is performed by two wheels of a non-driving axle. Obviously, the time to

reach the position of the stationary point and the extremum of the amplitude, as well as the coordinate of the stationary point, do not depend on the level of deceleration during braking. With a decrease in the mass of the car to 1050 kg, the coordinate of the stationary point decreases, ceteris paribus. In this case, the time to reach the position of the stationary point and the extremum of the amplitude decreases. A decrease in the mass of the vehicle determines a decrease in the amplitude of the oscillations, but the oscillatory process is retained in view of the low damping ability of the tire.

The presented mathematical model of the rectilinear motion of the axis of the locked wheel after braking the vehicle on the uphill can serve as a theoretical basis for the formation of the structure of automatic driver assistance systems at the beginning of movement, analysis and synthesis of control algorithms in this mode. Taking into account changes in the coordinate and speed of the axis, the braked wheels at various dynamic conditions of the vehicle at the beginning of the movement on the rise allows to more correctly assess the dynamic and energy parameters of the beginning of movement, to clarify the requirements for the algorithm of automatic brake control systems of the vehicle and, as a result, to improve the quality of process control.

References

1. Balakina E.V. (2018) O neobhodimosti modelirovaniya dinamiki elastichnogo kolesa mashiny s uchetom sostavlyayushih snosov reakcij opornoj poverhnosti [On the need to simulate the dynamics of the elastic wheel of a machine, taking into account the component drifts of the reactions of the supporting surface] / E.V. Balakina, T.A. Golubev, Yu.N. Kozlov // *Vestnik mashinostroeniya*. 2:16 – 20. (in Russian)
2. Balakina E.V. (2015) Raschet velichiny prodolnogo snosa normalnoj reakcii iz-za uprugih uglovyyh deformacij shiny [Calculation of the longitudinal drift of the normal reaction due to elastic angular deformations of the tire] / E.V. Balakina, N.M. Zotov // *Avtomobilnaya promyshlennost*. 4:25 – 27. (in Russian)
3. Balakina, E.V. (2015) Determination of the Mutual Arrangement of Forces, Reactions, and Friction Zones in the Contact Zone of an Elastic Wheel with a Solid Surface / E.V. Balakina, N.M. Zotov // *Journal of Friction and Wear*. 36 (1):29 – 32.
4. Zotov V.M. (2017) Uglovaya deformaciya avtomobilnogo kolesa pod dejstviem krutyashego momenta: fizika processa [Torque Angular Deformation of a Car Wheel: Process Physics] / V.M. Zotov, V.P. Havronin, E.V. Balakina, N.M. Zotov // *Izvestiya Nizhnevolzhskogo*

agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie. 1(45):1-9. (in Russian)

5. Knoroz V.I. (1976) Rabota avtomobilnoj shiny [The work of a car tire] / V.I. Knoroz, E.V. Klennikov, I.P. Petrov, A.S. Sheluhin, Yu.M. Yurev // Transport. 238 p. (in Russian)

6. Nghia L. (2018) Feedback in Automated Clutch Control Circuit for Truck Start-Up Process. *Science & Technique*. 17(5):421-431. (in Russian) <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2018-17-5-421-431>

7. Liu F, Li Y, Zhang J, Huang H. (2002) Robust Control for Automated Clutch of AMT Vehicle. *SAE Paper* 2002-01-0933.

8. Yingchun Long, Lifu Li. (2015) Fuzzy Fractional Order Sliding Mode Control for Automatic Clutch of Vehicle AMT. *International Journal of Smart Home*, 9:53-68 <http://dx.doi.org/10.14257/ijsh.2015.9.2.05>.

9. Turenko A.N. (2010) Adaptivnoe tormoznoe upravlenie kolesnyh mashin [Adaptive braking control of wheeled vehicles] / A. N. Turenko, S.N. Shuklinov // *Zhurnal avtomobilnyh inzhenerov*. 5 (64) : 18 – 21. (in Russian)

10. Tarasik V. P. (2017) Matematicheskoe modelirovanie pryamolinejnogo dvizheniya avtomobilya [Mathematical modeling of rectilinear motion of a car] / Tarasik V.P. *Vestnik Belorussko-Rossijskogo universiteta*. 2(55):119-130. (in Russian)

11. Zaharik Yu.M. (2006) Algoritm elektronnoj sistemy ZS, isklyuchayushej skatyvanie avtomobilya pri troganii na podeme / Yu.M. Zaharik, An.M. Zaharik [Algorithm of the electronic system ZS, excluding rolling the car when starting off on the rise]// *Avtomobilnaya promyshlennost*. 2 : 14 – 17. (in Russian)

12. Mikhalevich, M., Yarita, A., Leontiev, D., Gritsuk, I. et al., (2019) Selection of Rational Parameters of Automated System of Robotic Transmission Clutch Control on the Basis of Simulation Modelling. *SAE Technical Paper* 2019-01-0029, <https://doi.org/10.4271/2019-01-0029>.

13. Mikhalevich, M., Yarita, A., Turenko, A., Leontiev, D. et al., (2018) Assessment of Operation Speed and Precision of Electropneumatic Actuator of Mechanical Transmission Clutch Control System. *SAE Technical Paper* 2018-01-1295, <https://doi.org/10.4271/2018-01-1295>.

14. Shuklinov S.N. (2018) Issledovanie rezhimov tormozhenie-stop-nachalo dvizheniya avtomobilya na uklone [The study of the braking-stop-start of vehicle movement on the uphill] / Shuklinov S.N., Gubin A.V. // *Avtomobilnyj transport*. 42: 61 – 69. (in Russian)

15. Wang H., Zhao X., Liu H. (2009) The electronic-pneumatic hill-starting assist control for heavy-duty vehicles with AMT. *Journal of Shandong University (Engineering Science)*, 39(5): 79-83.

16. Leontiev D.N., Nikitchenko I.N., Ryzhyh L.A., Lomaka S.I., Voronkov O.I., Hritsuk I.V., Pylshchik S.V., Kuripka O.V. (2019) About Application the Tyre-Road Adhesion Determination of a Vehicle Equipped with an Automated System of Brake Proportioning. *Science & Technique*. 18(5):401-408. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2019-18-5-401-408>

17. Bogomolov V., Klimenko V., Leontiev D., Ryzhyh L. Smyrnov O., Kholodov M. (2020) Impruving the brake control effectiveness of vehicles equipped with a pneumatic brake actuator. *Science and Technique*. 19(1):55-62. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-202019-1-55-62>

УДК 004.055

ПІДХІД ДО ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ В ДАНИХ ЕКГ

С. В. Реутська, Баклан І.В., Олійник Ю.О., Ліщук К.І.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», кафедра автоматизованих систем обробки інформації та управління¹, Україна

Вступ. В кардіології наразі все частіше використовуються програми, що дозволяють знімати кардіограму без постійного контролю та присутності лікаря. З появою таких приладів виникає бажання автоматизувати процес зняття показників ЕКГ та розвивати ринок алгоритмів машинного аналізу отриманих даних для виявлення проблем з серцем. Для того, щоб такі алгоритми могли якісно замінити собою первинний аналіз даних лікарем, дуже важливо не тільки застосувати придатний для цього алгоритм перевірки, а й правильно підготувати дані до аналізу, перевірити якість сигналу, що надійшов.

Цілі дослідження. Дослідження методів аналізу ЕКГ сигналу на його якість, дослідження методів виявлення підозр на хвороби серця в потоці даних ЕКГ на основі бази даних відомих ЕКГ аномалій.

Основна частина.

В 2018 році А. М. Прокопчук у своїй праці «Сенсор біомедичних сигналів для цифрової електронної лабораторії»[1] дослідив оптимальне поєднання електродів в комплексі з датчиком ЕКГ для його подальшого застосування. Він розписав детальну розшифровку ЕКГ та розробив методи для підвищення її точності.

В 2019 році О. Г. Аврунін, В.В. Семенець, В.Г. Абакумов, З.Ю. Готра, С.М. Злепко, А.В. Кіпенський та С.В. Павлов створили навчальний

посібник «Основи реєстрації та аналізу біосигналів»[2]. Його розділ «Біосигнали серцево-судинної системи» присвячений опису ЕКГ, описані можливі патології серця.

Вищенаведені праці дають досить широке розуміння того, як саме виглядає ЕКГ сигнал, проте на сьогоднішній день немає чітко визначених алгоритмів, які б давали нам повну розшифровку. Фахівці-інженери досліджують це питання та пропонують свої варіанти вирішення проблеми. Наприклад, група фахівців Національного університету «Львівська політехніка» у праці [3] порівнюють різні методи класифікації, що виявляють і корегують аномалії сигналів.

Електрокардіограма – це крива лінія, на якій можна виділити п'ять основних опорних точок-зубців: P, Q, R, S та T[1]. Кожен такий зубець – певна стадія збудження міокарда. Більшість серцево-судинних патологій так чи інакше впливають на цю криву.

Оскільки ЕКГ інтервали дуже неоднорідні і не схожі один на одного, виникає проблема приведення символьних ланцюжків до загального виду. В процесі дослідження експериментально підтверджено, що 99% готових PQRST інтервалів можна описати довжиною в 25 символів з Unicode таблиці (від 192го до 292го) [6].

Для того щоб привести їх до такого вигляду, використовується алгоритм лінійної інтерполяції послідовності чисел[5]. Всі обчислення ведуться в дискретних одиницях, величина кроку – 1 символ. За допомогою оціночної функції можна визначити, напрямок чергового кроку, щоб не відхилитись від заданої траєкторії. Рівняння траєкторії:

$$F_{i+1} = (y_i + 1)X - x_iY = (y_iX - x_iY) + X = F_i + X.$$

де x_i , y_i – координати поточної точки; X , Y – прирости по осях X , Y .

Головною метою застосування алгоритму лінійної інтерполяції послідовності чисел є заповнення пробілів в сигналі ЕКГ, уточнення поведінки кривої. Після приведення PQRST інтервалів до загального вигляду, стає можливим їх порівняння, виведення закономірностей, виявлення аномалій.

Розглядається задача класифікації на 2 класи (бінарна):

$Y = [0, .1]$ – множина значень, де $u = 1$ – однозначно є аномалія, а $u = 0$ – однозначно немає аномалії.

$X_m = \{ \{x_1, y_1\} \dots \{x_m, y_m\} \}$ – множина відрізків кардіограм, для яких відомо значення u (типу аномалії).

$X_n = \{x_1, x_2 \dots x_n\}$ – множина точок, що проходять перевірку якості за один раз, $n = 25$.

Потрібно побудувати алгоритм a , який здатний класифікувати довільний відрізок кардіограми X_n :

$$a: X \rightarrow Y$$

Для первинного аналізу великого масиву ЕКГ інтервалів потрібний швидкий алгоритм, що дасть змогу відсікти очевидні інтервали без аномалій та дасть передбачення стосовно того, які саме аномалії вірогідні на даній ЕКГ. Алгоритм визначення MSE (Mean Square Error) підходить для вирішення такої задачі. Він вимірює відстань між кожними двома точками з двох інтервалів PQRST (інтервал з показників ЕКГ людини та інтервал з виявленою ЕКГ аномалією певного типу). В даному випадку MSE буде показником того, наскільки вихідна точка близька до кінцевої.

На рисунку 1 можна побачити, як саме співставляються графіки ЕКГ на кожній точці для MSE алгоритму

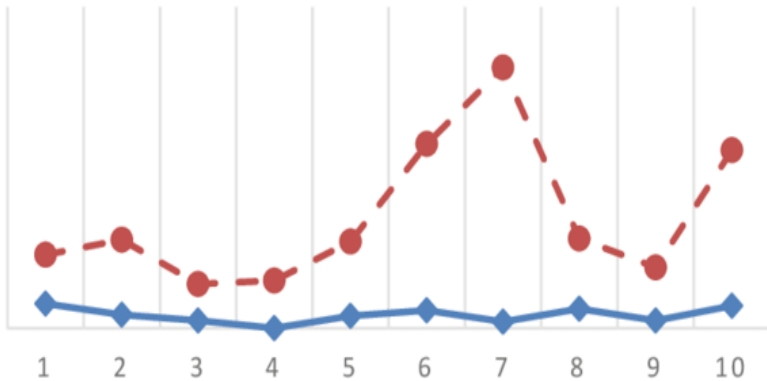


Рисунок 1 – Результат роботи MSE алгоритму

Таким чином, проаналізувавши кожну ланку PQRST окремо та порівнявши її з інформацією, що містить база даних аномалій, можна отримати інформацію про те, наскільки ЕКГ пацієнта подібне до тої чи іншої аномалії. Для вирішення проблем масштабування застосовується технологія Apache Spark, що дозволяє розподілити обчислення на кластер машин, що може легко бути масштабованим. Для збільшення швидкодії використано технології Spark Streaming, що дозволила обробку сигналу в потоковому режимі та в перспективі надасть можливість виявлення аномалій в режимі онлайн.

Для проведення експерименту було взято вибірку з 1200 ЕКГ сегментів пацієнта та близька 200 ЕКГ сегментів хвороб[4]. Попередній аналіз та перетворення ЕКГ в лінгвістичні ланцюжки [6] дозволив використовувати лише повні дані (PQRST інтервали) та отримати певну додаткову інформацію про них.

Type	PQS	MSE	rank
4.0 óðññòóóóúĂĈĖćóěá...		0E-18	1
4.0 řřěřřřđòòřĉĚĝěĈú...		0E-18	1
4.0 řřřřřřđòòřĉĚĝěĈú...	2.00000000000000000000		3
4.0 řřřřřđñóóĂĈĖćĚĈú...	2.00000000000000000000		3
4.0 ñřđřñòó+ũăĉĝěĂóěá...	2.3599999999999999876		5

Рисунок 2 – Результат роботи алгоритму підрахунку MSE

На рис.2 представлено лінгвістичні ланцюжки та результати підрахунку MSE для сигналу пацієнтів з підозрою на хвороби серця, для яких схожість сигналів з шаблонами аномалій склав більше 97%

Висновки.

Для того, щоб алгоритм було дозволено використовувати з певним датчиком, для моніторингу стану пацієнтів віддалено, розробники повинні гарантувати, що сигнал, який піде на вхід алгоритмів аналізу, буде належної якості.

Отриманий класифікатор має високу точність. На схожих на аномалію даних він показує вірогідність 95-98%, а на несхожих – 50% і нижче. Швидкість такого алгоритму прямо пропорційна кількості одночасно оброблюваних даних про ЕКГ аномалій в базі. Орієнтовний час для обробки 1 тисячі прикладів аномалій – 40 секунд. Apache Spark надає можливість без значних витрат масштабувати класифікатор на велику кількість машин, надаючи лінійний приріст ефективності при збільшенні кількості машин. Тому є можливість використання кластеру з декількох машин, що суттєво пришвидшить роботу алгоритму.

Даний алгоритм перетворення ЕКГ-ланцюжків та паралельної обробки в SPARK можна дуже просто використовувати для інших функцій оцінки, класифікаторів, тощо. Він дозволяє значно зменшити об'єми даних та звузити коло пошуку.

Література

1. Прокопчук, А. М. Сенсор біомедичних сигналів для цифрової електронної лабораторії : магістерська дис. : 153 Мікро- та наносистемна техніка / Прокопчук Артем Миколайович. – Київ, 2018. – 110 с.
2. Основи реєстрації та аналізу біосигналів. Навчальний посібник / О.Г. Аврунін, В.В. Семенець, В.Г. Абакумов, З.Ю. Готра, С.М. Злепко, А.В. Кіпенський, С.В. Павлов. – Харків: ХНУРЕ, 2019. – 400 с.
3. Dudykevych V.B., Khoma V.V., Chekurin V.F., Khoma Y.V., Sabodashko D.V. ECG SIGNALS NORMALIZATION FOR SYSTEMS OF BIOMETRIC IDENTIFICATION Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки

4 MIT-BIH Arrhythmia Database: ECG data from mit-bih database from physionet in plain text format – Mode of access: <https://www.kaggle.com/mondejar/mitbih-database#100.csv>. – Last access: 2020. – Title from the screen.МІТ

5. Обчислювальна математика. Інтерполяція та апроксимація табличних даних : навчальний посібник / Л. В. Крилик, І. В. Богач, М. О. Прокопова. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 111 с.

6. Baklan, I., Oliinyk, Y., Mukha, I., Lishchuk, K., Gavrilenko, O., Ocheretianyi, O., Tsytsyliuk, A. (2020). Adaptive Multistage Method of Anomalies Detection in ECG Time Series. Proceedings of the 4th International Conference on Computational Linguistics and Intelligent Systems (COLINS 2020). Volume I: Main Conference, Lviv, Ukraine, April 23-24, 2020. - 670-679

УДК 004.94

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ПЕРЕДБАЧЕННЯ ПРОСТОЇВ НА ВИРОБНИЦТВІ ДЛЯ ТЕРМОПЛАСТАВТОМАТУ

Алексиков І. О., Долінна Є. О.
НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

В даній статті розглянуто рішення для оптимізації процесу роботи заводу, Одним із найбільш затратних процесів є процес техобслуговування машин на лінії. Технічне обслуговування машини може бути виконано лише під час простою машини, коли вона не виробляє продукцію. На даний момент, існує три варіанти планування простоїв:

1. Reactive maintenance – робота машини до першої поломки, що призводить до її простою.
2. Preventive maintenance – робота машини до запланованого простою, що відбувається в визначений час.
3. Predictive maintenance – робота машини до критичного рівня, кожний простій планується відповідно до стану машини в реальному часі.

Оптимальним варіантом, що дозволить мінімізувати втрати, являється саме Predictive maintenance[1]. Його ціль не тільки запобігти незапланованим простоям, а також мінімізувати час, витрачений на заплановані простой.

Для побудови моделі, що буде вираховувати потребу технічного втручання (Predictive maintenance), треба аналізувати дані машини, а у кожної машини свої показники.

Далі розглянемо характеристики, що впливають на визначення потребності техобслуговування. А також, покажемо, чому планування обслуговування є нагальною потребою.

Існує багато видів машин, що використовуються на заводах, у даній статті ми будемо розглядати лише Термопластавтомат (ТПА або IMM - Injection molding machine) — інжекційно-ливарна автоматизована машина для лиття пластмас під тиском, є універсальним обладнанням для отримання поштучних виробів з пластмас.

Основними параметрами, які мають найбільший вплив на техніко-економічні характеристики термопластавтоматів, є:

- об'єм впорскування за цикл (об'єм виливки);
- об'ємна швидкість упорскування (час упорскування);
- тиск лиття та площа литва;
- зусилля замикання і розкриття прес-форми;
- хід рухомої плити, максимальна відстань між плитами, їх жорсткість та швидкохідність;
- пластифікаційна здатність і діапазон температур інжекційного циліндра.

Саме зміна даних параметрів, або відхилення їх від норми може сигналізувати про зменшення ефективності машини, а отже в подальшому про її поломку.

Також, під час виробничого процесу існує потреба оцінки ефективності роботи обладнання, але не завжди є можливість оцінити внутрішні характеристики машини. Дану проблему вирішує показник ефективності обладнання, надалі ОЕЕ (Overall Equipment Effectiveness) – це основний показник загального догляду за обладнанням, він відображає саме ступінь ефективності використання обладнання. Значення ОЕЕ відповідає на наступні питання:

1. Наскільки ефективно ви використовуєте своє обладнання?
2. Які показники знижують ефективність обладнання?
3. На що саме звернути увагу, щоб покращити ефективність?

Для розрахунку ОЕЕ необхідно перемножити наступні показники:

1. Доступність обладнання (Availability) - відношення машинного часу до чистого часу роботи.
2. Продуктивність (Performance) – відношення поточного вироблення до запланованого;
3. Якість (Quality) – відношення кількості якісних деталей до усіх вироблених деталей;



Рис. 3.1 – Графічне зображення складових коефіцієнту ефективності[2]

Вимірювання загальної ефективності обладнання передбачає моніторинг того, як функціонує обладнання або протікає процес. Визначення ОЕЕ відбувається на основі щоденного фіксування показників, що відображають стан обладнання. Це сприяє відкритому підходу до обміну інформацією і запобігає випадкам коли погане функціонування верстатів ставиться в провину конкретного робітника. Тож чому передбачення простоїв, для подальшого технічного обслуговування є нагальною потребою? Розглянемо, що таке простої та їх типи.

Простої - це час, коли машина стоїть без роботи. Якщо існує деяка виробнича лінія, то при простой однієї машини зупиняється вся лінія, а отже зупиняється виробництво, що призводить до значних фінансових втрат.

Простої поділяються на:

Заплановані – простої, втрати від яких уже прораховані та мінімізовані в прибуток. Приклад: раз в місяць певній машині потрібне технічне обслуговування, яке триває годину. Або ж зміна прес-форм на термопластавтомат машині.

Важливо: заплановані простої також є витратами.

Незаплановані – (в більшості випадків) це саме поломка обладнання, що призводить до значних втрат, які неможливо прорахувати.

Порівняльна характеристика запланованих та незапланованих простоїв:

Припустимо, простій машини А коштує 1000 умовних одиниць за годину.

Запланований простій, а саме технічна перевірка, раз в місяць на дві години буде коштувати $2 \cdot 1000 \text{ у.о.} = 2000 \text{ у.о.}$, так як це запланована подія, то мінімізовані витрати на виклик команди з технічної підтримки, час, поки технічна підтримка доїде до місця події.

Незапланований простій буде коштувати дорожче. Година на виклик команди технічного обслуговування + година витрачена на дорогу + 2 години роботи, отже виходить $1*1000 + 1*1000 + 2*1000 = 4000$ у.о., що перевищує оплату запланованого простою у два рази.

Отже, найкращим варіантом є, коли техобслуговування - запланований простій, а також їх кількість мала.

Розглянемо задачу регресійного виду[3], як одне із можливих алгоритмів створення моделі. Тобто, ми маємо деяку періодичність роботи машини, а саме від обслуговування до поломки машини, та ймовірність виходу з ладу даної машини. Нам необхідно, оперуючи історичними даними роботи машини за деякий період, спрогнозувати, через який час яка буде поломка. В залежності від нашого прогнозу інженери можуть планувати необхідні заходи, а саме технічне обслуговування машин.

Тобто для конкретної ситуації доцільно використовувати регресійні алгоритми, які мають задачу саме знаходити час, через який передбачається поломка в системі. В рамках цієї задачі необхідно розглянути такі алгоритми, як лінійна регресія, випадковий ліс та інші.

Для того, щоб зменшити кількість помилок, при прогнозуванні наступної поломки на машині, необхідно встановити дозволений в рамках нашої задачі коефіцієнт значимості. Зазвичай він 0.05, тобто ймовірність поломки машини раніше розрахованого терміну буде дорівнювати 0.95. Це значення задається на початку пошуку моделі для прогнозування та всі моделі, що на тестових значеннях не будуть давати достатньої точності не будуть приймати участь у подальшій розробці. Цей коефіцієнт не є остаточним та може змінюватися залежно від подальшої роботи машини. Інженери, що обслуговують дану машину можуть запропонувати збільшити ліміт для більшої точності прогнозування, або навпаки збільшити коефіцієнт.

Висновки

Отже, наша основна ціль, використовуючи алгоритми регресії, передбачити решту корисного терміну експлуатації (remaining useful life) для машини. Це дозволить створити рішення, що може бути проаналізоване, та отримати значення, а саме, скільки часу машина матиме до відмови. Але, навіть після побудування регресійної моделі, необхідно продовжувати роботу над модифікацією моделі, тому що саме під час роботи системи на підприємстві можна дізнатися від інженерів як для них краще, щоб працювала система. Зміни такого роду можуть включати в себе зменшення коефіцієнта значущості, додавання нових пра-

вил, які можуть бути побудовані в залежності від деякого періоду (наприклад, підвищення навантаження машини в залежності від дня тижня) або від комплексного значення декількох датчиків, а не одного.

Література

1 R. Keith Mobley Introduction To Predictive Maintenance: book. London: Elsevier Science & Technology, 2002. 456 с.

2 Calculate OEE. Sistemas OEE,2017 [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://www.sistemasoe.com/en/oe/89-for-dummies/108-calculate-oe>

3 Automated Machine Learning Hyperparameter Tuning in Python, 2018[Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://towardsdatascience.com/automated-machine-learning-hyperparameter-tuning-in-python-dfda59b72f8a>

УДК 004.5

МЕТОДИ ТА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ВИГОТОВЛЕНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Лактіонов О.І.

Полтавський політехнічний коледж національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»

1. Вступ

Одна з існуючих проблем сьогодення – недостатнє дослідження моделей складних систем, де вивчаються різні за змістом підсистеми, а також вплив взаємодії елементів підсистем системи «Верстатник–Оброблювальний центр–Керуюча програма виготовлення деталі», далі ВОКП на якість виготовленої продукції та відбір верстатників.

Дослідженню математичних моделей притаманні роботи науковців різних наукових шкіл, зокрема [1-4]. Підходи вирізняються унікальною технологією дослідження, де використовується потужний математичний апарат з відповідними реалізованими програмними засобами. При цьому, дана тематика вивчалася і нами на попередніх етапах дослідження [5].

Існуючий досвід досліджень [1-5], вказує, недостатньо вирішеною проблемою сьогодення є удосконалення та розробка методів об'єднання оцінок у індекси, їх програмна реалізація з метою вивчення впливу синергетичного ефекту на якість виготовленої продукції.

2. Інструментарій дослідження

2.1 Формування бази дослідження

На першому етапі дослідження здійснювалося накопичення первинних оцінок за ознаками кваліфікаційного розряду, типу продуктивності оброблювального центру та рівня складності керуючої програми з метою формування моделі генеральної сукупності, що нараховує 419 систем ВОКП. Вибірка дослідження формується методом однофакторного неповторного випадкового відбору [6]. Відбір необхідного обсягу елементів вибірки з моделі генеральної сукупності здійснюється методом механічного відбору [6].

2.2 Методи об'єднання оцінок у індекси

Програма дослідження передбачає використання двох індексів, що обиралися за ознакою розкиду [7]. Перший – індекс якості деталі (І_{яд}). Другий – Індекс якості взаємодії елементів підсистем системи ВОКП (І_{яв}).

Індекс якості деталі (І_{яд}) опирається на модель дослідження [8], включає три компоненти: шорсткість, точність поверхні і надійність виготовленої деталі. Кожен компонент складається з показників якості на основі яких здійснюється збір самооцінок та експертних оцінок виготовленої деталі.

Моделювання індексу якості взаємодії елементів підсистем системи ВОКП (І_{яв}) здійснювалося доцентом Лисенко М.В. за математичною постановкою завдання Лактіонова О.І., де використано відому теоретико-методологічну посилку [9]. Наразі дане дослідження підготовлено до публікації.

Індекс якості взаємодії елементів підсистем системи ВОКП (І_{яв}), що враховує синергетичний ефект, визначається за рівністю (1):

$$I_{яв} = \lambda_1 X_1 + \lambda_2 X_2 + \lambda_3 X_3 + \lambda_4 W_1 + \lambda_5 W_2 + \lambda_6 W_3 + \lambda_7 W_4, \quad (1)$$

де $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5, \lambda_6, \lambda_7$ – значення питомої ваги вагових коефіцієнтів визначаються за певними критеріями методом аналізу ієрархій незалежно від обсягу вибірки [7];

X_1 – оцінка соціальної підсистеми;

X_2 – оцінка технічної підсистеми;

X_3 – оцінка інформаційної підсистеми;

W_1, W_2, W_3, W_4 – показники, які належать до множини [1,5].

Визначені оцінки індексів використовуються у методах математичної статистики та методах відбору.

2.3 Відомі інструменти дослідження

Доведення висунутих гіпотез передбачало використання додаткових інструментів обрання яких обґрунтовувалося. Інструмент виявлення підтримки умови нормального розподілу – критерій Колмогорова-Смірнова [10]. Інструмент вивчення довірчого інтервалу [10]. Інструмент

вивчення взаємозв'язку між індексними оцінками – коефіцієнт рангової кореляції Спірмена [10]. Інструмент відбору верстатників – метод лінійної згортки [7]. Інструмент визначення точності – довірчий інтервал [10]. Інструмент визначення чутливості – коефіцієнт еластичності [10].

3. Програмна реалізація інструментарію дослідження

3.1 Алгоритм інформаційної технології

Запропоновані технології визначення індексів, зазначені методи математичної статистики, відбору являють собою функціонал інформаційної технології. Послідовність їх використання розглядається як схема алгоритму інформаційної технології, що побудований методом покрокової деталізації.

Перевірка адекватності моделей та практичної реалізації блок-схеми здійснювалося за допомогою тестової вибірки для всіх можливих комбінацій оцінок. Це дозволило реалізувати алгоритм у вигляді програмного засобу – веб-сайту мовою програмування PHP.

4. Результати дослідження

Використовуючи метод механічного відбору відібрано 81 систему ВОКП, що склала досліджувану вибірку. Оцінки вибірки знайдені за списком відповідних індикаторів та оцінки підсистем X_1 , X_2 , X_3 використовуючи запропоновані методи об'єднувалися в два індекси. Індекси піддавалися перевірці критерієм Колмогорова-Смірнова [10], де встановлено рівень значимості досліджуваних індексних оцінок становить більше 0,2. Тому, досліджувана гіпотеза нормальності не відхиляється.

На наступному етапі здійснювалося дослідження взаємозв'язку індексних оцінок коефіцієнтом кореляції Спірмена, де при рівні значимості $\alpha = 0,05$, встановлено, зв'язок між індексними оцінками сильний і прямий, де $\rho = 0,723$. Існування взаємозв'язку між індексними оцінками вказує на вплив рівня індексу якості взаємодії елементів підсистем системи ВОКП ($I_{\text{ЯВ}}$) на індекс якості деталі ($I_{\text{ЯД}}$). Зафіксоване існування взаємозв'язку дозволило вивчити вектор впливу зростання взаємодії індексних оцінок на відбір верстатників.

Відбір верстатників здійснювався за критерієм індексу якості взаємодії елементів підсистем системи ВОКП ($I_{\text{ЯВ}}$), де встановлено: перші рангові місця демонструють верстатники з високими оцінками індексу якості деталі ($I_{\text{ЯД}}$). Додатково індекс якості взаємодії елементів підсистем системи ВОКП ($I_{\text{ЯВ}}$) піддавався порівнянню з відомим показником [7] на предмет точності оцінок за ознаками розкиду, довірчих інтервалів та чутливості за ознакою коефіцієнта еластичності.

Результати дослідження показали перевагу використання запропонованого підходу над існуючими, так як за ознакою розкиду отримали: запропонованим підходом 0,299, відомим 0,352. За ознакою довірчих

інтервалів, на основі усереднених оцінок з ймовірністю $\alpha=0,9$, встановлено довірчі інтервали $2,72\pm 0,18$ та $1,82\pm 0,161$ для запропонованого і відомого методу відповідно. За результатами дослідження чутливості встановлено, запропонований метод демонструє позитивні значення часткових показників еластичності, а відомий – від'ємні.

Висновки

1. Створені, апробовані та реалізовані у програмному засобі індексні оцінки показали зростання якості виготовленої продукції у взаємозв'язку із підвищенням підсистем системи ВОКП.

2. Точність запропонованого і відомого методів за ознакою розкиду становить 0,299 та 0,352 відповідно. Чутливість, за ознакою коефіцієнта еластичності запропонованого і відомого методів $b_1=0,372$; $b_2=0,324$; $b_3=0,308$ та $b_1=-0,333$; $b_2=-0,182$; $b_3=-0,338$ відповідно вказує на перевагу запропонованого методу. Це пояснюється впливом синергетичного ефекту, який є показником приросту якості продукції.

3. Перспективою наступних досліджень є визначення точності оцінок сталими методами.

Література

1. Stetsenko I.V. Parallel Algorithm for Petri Object Simulation / I.V. Stetsenko // Cybernetics and Systems Analysis. – 2017. – Volume 53, Issue 4. – P. 605–614.

2. Yuriy Ushenko, Serhiy Ostapov, Serhiy Golub and others. Information Technologies. Part.1. Application in Computer vision, Recognition and Intelligent monitoring systems. Monografia.LAP Lambert Academic Publishing is a trademark of International Book Market Service Ltd, member of OmniScriptum Publishing Group. Mauritius. 2019. – 188 p.

3. Пасько Т. В. Оценка качества технических систем / Т. В. Пасько, В. П. Таров. – Тамбов: ТГТУ, 2014. – 130 с.

4. ГОСТ 22732-77 Методы оценки уровня качества промышленной продукции. Основные положения – Москва: Издательство стандартов, 1980. – 17 с.

5. Лактіонов О. І., Флегантов Л.О. Удосконалення методики оцінювання якості взаємодії робітників-верстатників з елементами технічної та інформаційної підсистем. «Електронні та мехатронні системи: теорія, інновації, практика»: тези доповідей V Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції (Полтава, 08 листопада, 2019 р.). 2018. – С. 148–155.

6. Бараз В. Р. Выборочный метод статистического анализа / В. Р. Бараз. – Екатеринбург: ГОУ-ВПО УГТУ-УПИ, 2008. – 66 с.

7. Смородинский С. С., Бтин Н. В. Системный анализ и исследование операций: лаборатор. практикум для студентов специальности “Автоматизир. системы обраб. информ.” дневн. и дистанц. форм обучения. Минск: БГУИР, 2009. – 64 с.

8. Laktionov A. Application of index estimates for improving accuracy during selection of machine operators. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019. – №3. – P. 18 –26.

9. Томашевський В. М. Моделювання систем. – К: Видавнича група ВНУ, 2005. – 352 С.

10. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика. М.: Физматлит, 2006. – 816 с.

УДК 621.039

АНАЛІЗ НЕЙТРОННОЇ АКТИВНОСТІ НА ПЕРИФЕРІЇ ЛОКАЛІЗОВАНИХ В НБК-ОУ НАКОПИЧЕНЬ ПАЛИВОВМІСНИХ МАТЕРІАЛІВ

Годун Р.Лі., Савельев М.В.1, Висотський Є.Д.1, Сущенко К.О.1,
Скітер І.С.2

¹Інститут проблем безпеки АЕС НАН України

²Чернігівський національний технологічний університет

Аналіз динаміки ППН до установки НБК «АРКА» в регламентне положення. У даній роботі в основному були систематизовані і проаналізовані результати вимірювань системи контролю ядерної безпеки (СКЯБ) за 2016 ÷ 2019рр, а також нейтронних вимірювань, отриманих іншими системами контролю ОУ («ФІНІШ-І», «ФІНІШ-Р», «СИГНАЛ») за період 1988÷ 2016рр . До установки Нового Безпечного Конфайменту (НБК) «АРКА» в проектне положення над Об'єктом «Укриття» (ОУ) багаторічна динаміка нейтронної активності паливовмісних мас (ПВМ), що утворилися в ході запроектної аварії 4 енергоблоку Чорнобильської АЕС (ЧАЕС) мала стійкий і передбачуваний характер. Реєструвався поступовий спад щільності потоку нейтронів (ЩПН), який при стабільному підкритичному стані скупчень ПВМ в початковий період (1988 ÷ 1990 рр.) був пов'язаний з альфа-розпадом ^{242}Cm , надалі визначався нейтронами спонтанного ділення Cm^{244} ($T_{\alpha} - 18$ років) і Pu^{240} ($T_{\alpha} - 6.10^3$ років).

За майже 30 років спостереження значущі відхилення (аномалії) від середньорічного тренду спостерігалися в основному в районі приміщення 305/2. При цьому причина появи нейтронних аномалій завжди

була пов'язана зі зміною концентрації вологи в зоні локалізації скупчень ПВМ (рис. 1). Результати вимірювань (до установки НБК) СКЯБ також показують, що в різних точках моніторингу ЩПН визначалася регулярними сезонними/річними трендами, на які накладалися локальні аномалії, які супроводжують процеси надходження і утримання дощової, талої та технічної води всередині ОУ. Сезонні / річні тренди ППН визначалися змінами концентрації води всередині комплексу НБК-ОУ і практично завжди збігалися з періодами конденсації (травень - вересень) і випаровування (вересень - квітень) вологи всередині НБК-ОУ. Локальні нейтронні аномалії були наслідком процесів надходження/догляду дощової/талої води в/із зони локалізації скупчень ЯОДМ. Після початку експлуатації НБК «Арка» такі нейтронні аномалії припинилися.

Динаміка нейтронної активності після установки НБК «АРКА» в регламентне положення. За результатами комплексного аналізу видно, що в деяких вимірювальних каналах (ВК) ЩПН стаціонарної системи ядерного контролю, наприклад № 04, 09, 12, 14 (рис. 2), практично відсутні значущі зміни в динаміці ЩПН. Сезонні відхилення ЩПН не перевищують 10% від середньорічних значень і не є інформативно цінні для моніторингу рівня підкритичності скупчень ПВМ.

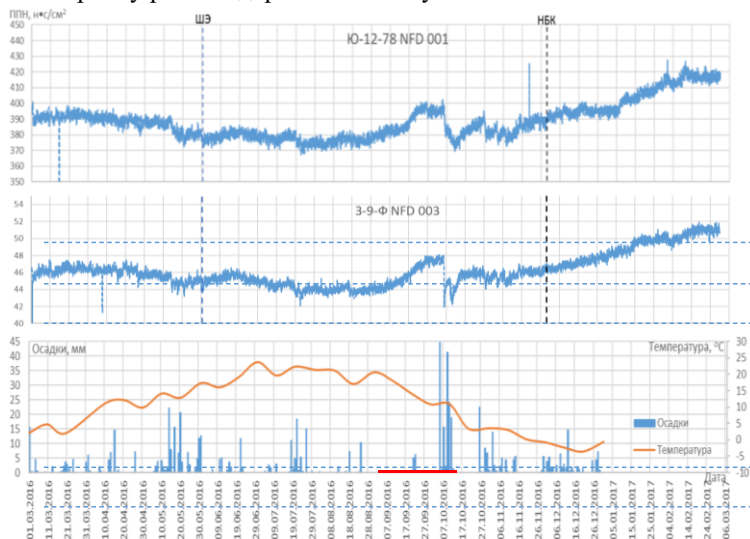


Рис. 1 Приклад динаміки ЩПН, яка реєструється ВК ЩПН СКЯБ і залежить від режиму надходження води всередину ОУ

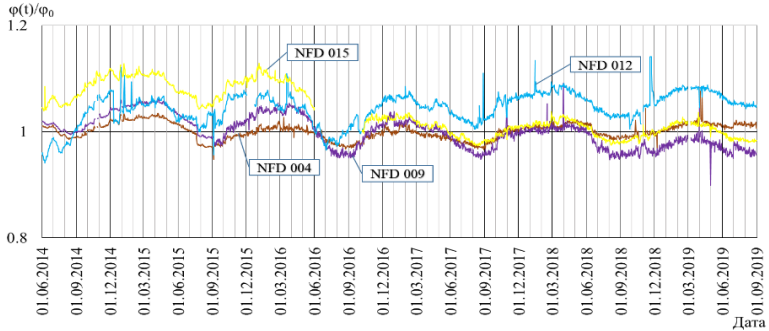


Рис. 2 Динаміка ЩПН, що реєструється ВК СКЯБ, БД яких локалізовані в південному басейні витримки (ПБВ) і пр. 304/3

У той же час існує група ВК ЩПН СКЯБ, які реєструють чітко виражений факт зростання нейтронної активності після початку установки НБК «Арка» в регламентне положення. Наприклад, ВК № 1, 2, 3, 6 (рис.3). Значне збільшення, яке реєструється ЩПН (до 90%) зафіксовано нейтронними детекторами (рис. 4) тільки на нижніх відмітках НБК-ОУ.

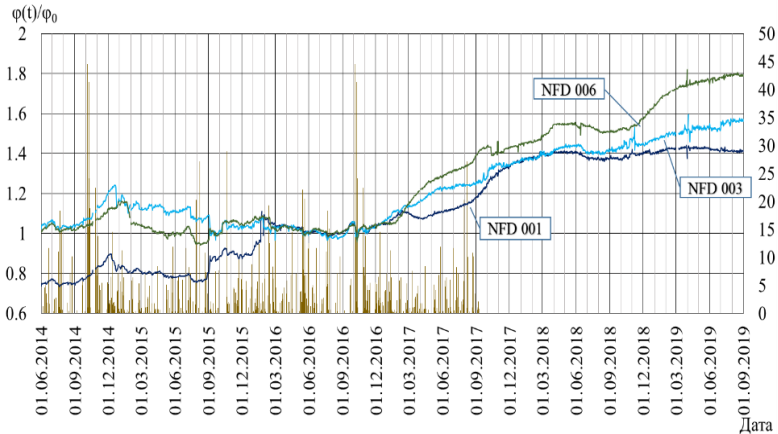


Рис. 3 Динаміка ЩПН в ВК, які реєструють зростання нейтронної активності всередині комплексу НБК-ОУ

Таким чином за результатами аналізу нейтронної активності після установки НБК «АРКА» в регламентне положення підтверджується наявність потенційно ядерно-небезпечних скупчень ПВМ і визначена їх локалізація на нижніх відмітках ОУ.

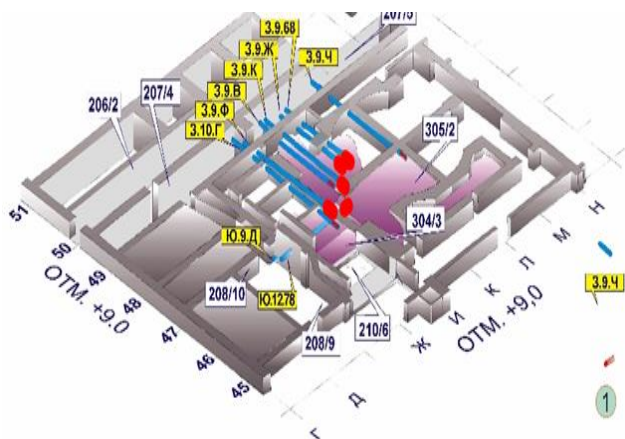


Рис. 4 Нейтронні детектори СКЯБ, розташовані на периферії скупчень ЯОДМ в пом. 305/2

Вейвлет-аналіз вимірювань ЩПН СКЯБ. В результаті аналізу отримано набір коефіцієнтів, що характеризують рівень кореляції між вейвлетом і аналізованих «вікном». Максимальні значення коефіцієнтів вказують на періодичність процесів по частоті, часу і модуляціям. При кореляційному аналізі було використано 3 підходи - аналіз експериментальних даних (вимірювань ІК ППН СКЯБ); аналіз для рядів, отриманих шляхом перемішування експериментальних даних; аналіз згенерованих випадкових рядів даних зі схожими статистичними характеристиками. Результати кореляційного аналізу для результатів вимірювань ІК:

1. високе значення коефіцієнта кореляції (до 0,8) показує, що на дані детектори впливає одне джерело зовнішньої позитивної реактивності.

2. Результати моделювання випадкових вибірок і згенерованих вибірок вказують на їх абсолютну незалежність (коефіцієнти кореляції $\approx 0,01$) що означає - ВК ЩПН СКЯБ реєструють реальні фізичні процеси

3. Система фільтрів, яка використана на даних детекторах частково не справляється з роботою, оскільки зустрічаються поодинокі викиди.

Висновки На жаль, гіпотеза про зростання ЩПН після насування Арки в проектне положення знайшла своє експериментальне підтвердження. Після установки НБК в регламентне положення (листопад 2016) змінилися волого-температурні умови зберігання ЯОДМ. Після цього група ВК ЩПН СКЯБ реєструють чітко виражене зростання нейтронної активності. Було виконано аналіз достовірності вимірювань,

який виключив припущення, що причиною зростання є метрологічні відмови регламентної системи моніторингу СКЯБ. Статистична обробка результатів вимірювань ЩПН показує, що на динаміку реєстрованої нейтронної активності в основному впливає одне превалююче джерело, яким є реальний фізичний процес всередині НБК-ОУ.

Література

[1] Высотский Е. Д., Ядерная опасность объекта «Укрытие», материалы конференции ИНУДЕКО 2016, стр.82-83 Славутич 2016.

[2] R. L. Godun. The study of the cluster of fuel-containing materials under room No.305/2 of “Shelter” object / The 23rd international Quench workshop (Karlsruhe,Germany), 2017. <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000076201>

[3] Ye. D. Vysotsky, R. L. Godun, A.O. Doroshenko. The dynamics of neutron activity and subcriticality of a nuclear-dangerous cluster under conditions of the “NSC-SO” complex / Problemy bezpeky atomnykh electrostantsiy i Chornobulya (Problems of Nuclear Power Plants’ Safety and of Chornobyl). – 2018. – Vol. 30. – p. 78-86. (Rus)

[4] R. L. Godun and others. Statistical analysis of neutron activity, registered by nuclear safety monitoring system (NSMS IAMS) NSC-SO. The collection of theses/materials of “Third International Conference on Nuclear Decommissioning and Environment Recovery. Inudeco 2018” (25-27 April, Slavutych,Ukraine)

[5] V. O. Krasnov, R. L. Godun. The state of fuel containing materials inside the NSC "Arka" and problems regarding the ensuring of their nuclear and radiation safety / Problemy bezpeky atomnykh electrostantsiy i Chornobulya (Problems of Nuclear Power Plants’ Safety and of Chornobyl). – 2019. – Vol. 32. – p. 32-41. (Rus)

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

GENERATION OF INFORMATION IMPACTS SCENARIOS IN MANAGEMENT DECISION SUPPORT SYSTEMS

Andriy Boychenko¹, Dmytro Lande^{1,2}

*¹Institute for Information Recording of National Academy of Sciences of
Ukraine, Kyiv, Ukraine*

*²National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Poly-
technic Institute", Kyiv, Ukraine*

The growth and complexity of the information space requires scientists to immediately solve the problem of increasing the effectiveness of the information impact in the information-analytical component of modern computer networks. As a result, analysts have to work with information resources that are unprecedented in their volumes, versatility, dynamism and growth rates. This forces specialists to improve methods and technologies for loading, structuring and analyzing various data [1].

Development of scenarios for the evolution of a situation is an important component of information security and computer systems and networks management [2]. These scenarios provide an opportunity to investigate how significant is the impact of each influencing factor on the functioning and security of computer systems.

The features of developing scenario models using cognitive maps and methods for developing of information impacts scenarios based on the analysis of the content of global computer networks are considered. This approach provides a solution to the problem of generating and ranking scenarios for impacting objects that correspond to the selected key concept analyzing the input text arrays working on a full-time basis.. Improved information models and computer domain analysis tools have been developed. This makes it possible for an expert analyst to investigate these processes and generate results in a form convenient for decision-making. A method is proposed for constructing a domain model in the form of a semantic graph formed according to the monitoring of computer networks by determining the most significant concepts and the relationships between them [3]. A method is proposed for the formation of optimal scenarios of informational impacts on target objects of a subject area based on finding many routes of influence distribution. Software and algorithmic tools for transferring data to the OWL format are developed [4].

The construction of cognitive maps allows you to reflect the main factors and possible reciprocal flanking between them, and is the basis for building more detailed computer scripts to develop the situation. Thus, the use of cognitive maps in the implementation of the scenario approach can significantly increase the effectiveness of analytical activities. The approach

considered allows us to structure the problem, identify the most significant concepts (factors), take into account the connections between the concepts and the nature (strength) of these connections, and also choose the best combination of methods and thereby increase the validity of decisions [5].

The research results, in particular, information models, data analysis and visualization algorithms, are used in scenario generation tools in several security and defense decision-making support systems.

This research was supported by CyRADARS project (SPS G5286 “Cyber Rapid Analysis for Defense Awareness of Real-time Situation”) in the frame of the NATO Science for Peace and Security program.

Literature

1. Dodonov, O.G., Lande, D.V., Boychenko, A.V.: Scenario approach to the study of the dynamics of information flows on the Internet. In: Proceedings of Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2015): materials V int. scientific and technical conf. – pp. 225-230 (2015).

2. Grabisch, M., Rusinowska A.: Determining models of influence. Operations Research and Decisions. 26, 69-85 (2016)

3. Lande, D., Snarsky, A.: An approach to the creation of terminological ontologies. Ontology of Design. 2(12), 83-91 (2014)

4. OWL 2 Web Ontology Language Document Overview (Second Edition) W3C Recommendation 11 December 2012. <http://www.w3.org/TR/owl2-overview/> (2012). Accessed 17 May 2020

5. Senchenko, V., Boychenko, A.: Investigation of methods and technologies of integration of an ontological model with relational data. Registration, storage and processing of data. 20, 3, 91-101 (2017)

UDC 004.7, 004.4

NETWORK SECURITY CONFIGURATION ALGORITHM FOR LINUX SERVERS

Y.O. Horonovych
Self-employed

Network security is a critical part of a system configuration. This report will look at a network security configuration algorithm for Unix servers (RHEL, Centos 6.x).

The configuration algorithm has the following steps:

1. Network configuration
2. Strong password policy configuration
3. System upgrade and vulnerability checks
4. Logging and monitoring

The configuration allows to prevent network attacks and data loss. It also allows to detect cyber hacking within a short period of time.

Network configuration

RHEL official documentation provides the following recommended practices for securing the network [1]:

1. Configure firewalls and ensure they are activated at boot. Only those network ports needed for the use and management of the system should be allowed. Test and review firewall rules regularly.
2. Ensure that remote management of the system takes place only over secured network channels. Tools such as SSH and network protocols such as TLS or SSL provide both authentication and data encryption to assist with secure and controlled access to systems.
3. Ensure that guest applications transferring sensitive data do so over secured network channels.

Firewalls can commonly be configured in one of two ways, either set the default rule to accept and then block any unwanted traffic with specific rules, or by using the rules to define allowed traffic and blocking everything else. The last one is the recommended approach since it allows pre-emptively blocking traffic, rather than having to reactively reject suspicious connections. A mostly closed firewall will provide greater security than a mostly open one [2].

The recommended firewall configuration is shown below. The user-space application program iptables allows configuring the tables provided by the Linux kernel firewall, as well as the chains and rules it stores.

```
# sudo iptables -A INPUT -m conntrack --ctstate
ESTABLISHED,RELATED -j ACCEPT
# sudo iptables -A INPUT -p tcp --dport 22 -j ACCEPT
# sudo iptables -A INPUT -p tcp --dport 80 -j ACCEPT
# sudo iptables -P INPUT DROP
```

So, the first rule is used to allow established connections continue. The second and third rules allow input TCP traffic to port number 22 and 80 that means SSH and HTTP access. However, other traffic will be dropped by the last rule. The rules have to be saved to prevent overwriting them after server restart.

```
# sudo iptables-save > /etc/sysconfig/iptables
```

Another important part of network security is remote access configuration. Remote management should take place only over secured network channels. Tools such as SSH and network protocols such as TLS or SSL provide both authentication and data encryption to assist with secure and controlled access to systems.

In order to restrict access to services that do not have encryption, TCP_WRAPPERS should be configured. They are controlled from

/etc/hosts/allow and /etc/hosts/deny files. The following example shows how to restrict access to telnet service from all locations.

```
#cat /etc/hosts/allow
ALL: 0.0.0.0/0.0.0.0
#cat /etc/hosts/deny
telnetd: 0.0.0.0/0.0.0.0
```

So, the mentioned practices are related to some traffic restrictions, limiting access for IP address, protocol type, port or even service. The same approach should be used for access configuration to a whole system. The best way to ensure network security is private network configuration that allows to access the system only from internal devices or via VPN.

Strong password policy configuration

By default, Linux operating systems requires password length of minimum 6 characters for the users and does not have any password policy configured. Without strong password security, your system will never be safe. A hacker who manages to compromise a firewall can attempt to log in as a user and gain access to machines on the network. However, if all your users have strong passwords, you stand a good chance of foiling the hacker's illegal attempts to break into your network [3].

Strong password should have the following requirements:

1. Minimum password length is 8 characters.
2. At least one lower-case letter.
3. At least one upper-case letter.
4. At least one digit.
5. At least one other character.

In order to enforce the password policy, it's needed to configure /etc/pam.d/system-auth file. All the mentioned requirements are set in the example below, where minlen key is minimum password length, dcredit is digit, ucredit, lcredit and ocredit mean upper-case, lower-case and other letter respectively.

```
# nano /etc/pam.d/system-auth
...
password requisite pam_cracklib.so try_first_pass retry=3 type=
minlen=8 dcredit=-1 ucredit=-1 lcredit=-1 ocredit=-1
...
```

Moreover, there are tools that allow to find weak user passwords on the server, for example "John the ripper".

Besides strong password policy configuration, password expiration also have to be configured. The chage command is used to set up password expiration. The configuration is stored in /etc/login.defs file. However, the mentioned command with list parameter can be used to get current settings for

user. By default, all Linux users have no password expiration configured. It is shown on the example below.

```
# chage --list username
Last password change : Feb 24, 2020
Password expires : never
Password inactive : never
Account expires : never
Minimum number of days between password change : 0
Maximum number of days between password change : 99999
Number of days of warning before password expires : 7
```

The below command sets password to expire on 27/09/2020. The minimum number days between password change is set to 3 days and the maximum number of days between password changes is set to 90 days. The user account will be locked automatically after 10 days and the warning message will be displayed for 10 days before password expiration.

```
# $ sudo chage -E 27/09/2020 -m 3 -M 90 -I 10 -W 10 username
```

The changes are being replicated in /etc/shadow file that contains entries with the following structure.

```
{userName}:{password}:{lastpasswdchanged}:{Minimum_days}:{Maximum_days}:{Warn}:{Inactive}:{Expire}:
```

So, in order to approve account management, strong password policy and password expiration have to be configured.

System upgrade and vulnerability checks

Applying security patches is an important part of Linux server maintenance to avoid vulnerabilities in software. Linux OS has built-in package manager for system updates that allows to check which applications are installed, find and install the needed software in repository, update and remove applications.

In order to apply all security updates the following command should be used.

```
# yum update
```

Moreover, this package manager can be configured to send notifications with available updates via email.

The installed software should be reviewed regularly and all unnecessary applications should be uninstalled to avoid security issues. The bellow commands can be used to show the list of installed packages and remove unnecessary software.

```
# yum list installed
# yum remove packageName
```

Logging and monitoring

In order to find out hacking attempts and collect the information for further investigation, it's required to configure logging. For example, auth.log contains the information about login attempts and is useful tool to find out which account was used by hackers. Another important log is access.log of Apache service. It shows which IP address is used to access web-interface that helps to investigate an attack on web-site and add suspicious IP to the black list.

Logs also can be useful to find out software misconfiguration that may lead to various cyber-attacks. A lot of services have default logs that are stored in /var/log folder. The list of important logs is shown in the table below.

Log name	Log description
/var/log/messages	General system message
/var/log/auth.log	Authentication log
/var/log/kern.log	Kernel logs
/var/log/yum.log	Yum command log file
/var/log/maillog	Mail server logs
/var/log/httpd/	Apache web-server access and error logs
/var/log/mysqld.log	MySQL database server log file

Logging level (e.g. info, warn, debug etc) have to be configured in /etc/rsyslog.conf due to system needs.

System state should be logged, but also monitored by monitoring programs (e.g. Nagios, Zabbix, Graphana etc) or custom shell scripts that use information from Linux built-in utilities or logs and inform system administrator about suspicious values of metrics. Any suspicious system behavior may be a result of cyber-attack.

Monitoring of such metrics as memory usage, network, CPU and disc load is especially important since significant increase of resources can be a signal of cyber-attack.

List of References

1. Network Security Recommended Practices [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://access.redhat.com/documentation/en-us/red_hat_enterprise_linux/6/html/virtualization_security_guide
2. Baclit R., Sicam C., Membrey P., Newbigin J. (2009) Network Security. In: Foundations of CentOS Linux. Apress
3. B. Hatch, G. Kurtz, J. Lee, Hacking Linux Exposed: Linux Security Secrets & Solutions, Osborne/McGraw-Hill, New York, 2001

UDC 517.957

ANALYSIS OF CRITICAL INFORMATION INFRASTRUCTURE PROTECTION MODEL (CIIPM)

L. Petrov

European Union Military Staff (EUMS), Bulgaria

N. Stoianov

Bulgarian Defence Institute (BDI), Bulgaria

National as well as multinational cyber security and the international well-being are dependent on critical information infrastructures (CII). Cyber defense of such CII should be the top priority for the managers at all levels. Testing the models with software products will decrease the operational costs, shorten the time and increase the productivity. The operational analysis of model presented here have been done by software product Capella, part of the PolarSys software package of the Eclipse Foundation.

The studied operational architecture defines the high-level interactions between participants / entities and the system capabilities they need. Thus, we will get a model that applies to all entities and relationships, diagrams and operational participants created in the model

The results of the operational analysis consider the stakeholder needs in the context of an interrelated infrastructure. It describes the entities operational capabilities, the scenarios they perform, as well as defining the interrelationships in the implementation of these scenarios.

Keywords:

cyber security, critical information infrastructure, cyber model software testing, Capella.

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Ю.М. Лисецкий, Д.И. Калбазов
ДП «ЭС ЭНД ТИ УКРАИНА»

В современных условиях информатизации и компьютеризации работа предприятий различных секторов экономики во многом зависит от уровня безопасности их информационных и материальных активов [1]. Одна из важных задач, которую необходимо решать таким предприятиям, – это оперативный сбор, обработка и анализ информации с целью наивысшего реагирования на разного рода события и устранение их возможных негативных последствий [2]. При этом информация, циркулирующая на предприятии, должна быть актуальной, целостной, достоверной, аутентичной, конфиденциальной и доступной.

Целый ряд предприятий отечественного ритейл-рынка, такие как интернет-магазины, торговые площадки, платежные сервисы и даже банки, существуют исключительно в виртуальной среде [3]. А это в свою очередь делает задачи обеспечения информационной безопасности и оперативного реагирования на отклонения от штатного режима работы особенно актуальными [4].

Своевременная и эффективная координация действий структурных подразделений предприятия в случае возникновения внештатных ситуаций требует формирования центра сбора, обработки и анализа существующей информации для оперативного реагирования на потенциальные угрозы [5].

Информатизация всех сфер деятельности предприятия выдвигает дополнительные требования по контролю периметра информационно-технологической (ИТ) инфраструктуры для обеспечения защиты информации, а также предупреждения потери, несанкционированного доступа, кражи или повреждения информационных активов предприятия [6].

Осведомленность подразделений предприятия о текущей обстановке, оперативная обработка и анализ данных позволяют обеспечить необходимую информационную поддержку процесса принятия решений и своевременного реагирования на ее изменения [7]. Поэтому вопрос создания и внедрения инструментальных средств, позволяющих эффективно решать вышеперечисленные задачи, является весьма актуальным.

В качестве такого инструментального средства обеспечения информационной безопасности предприятия предлагается Центр оперативного реагирования (ЦОР), который позволяет эффективно решать следующие задачи:

- 1 оперативная аналитика, совместная работа и обмен данными;
- 2 IP-телефония, запись звонков и видеоконференцсвязь;

- 3 корреляция и анализ событий информационной безопасности;
- 4 автоматизированный поиск уязвимостей программного обеспечения (ПО) корпоративной ИТ-инфраструктуры;
- 5 повышение скорости реакции на события безопасности;
- 6 повышение эффективности анализа и локализации нештатных ситуаций, проблем в работе критичной ИТ-инфраструктуры;
- 7 отслеживание и оперативное устранение злоумышленных действий внешних факторов и/или атак;
- 8 отказоустойчивость ЦОР в случаях сбоя оборудования, интернет-каналов связи или полного отключения объекта от электросети;
- 9 шифрование данных, противодействие несанкционированному доступу к информации;
- 10 безопасное подключение филиалов к инфраструктуре ЦОР для совместного взаимодействия и обмена данными между объектами и структурными подразделениями предприятия.

Для создания ЦОР используется программное и аппаратное обеспечение таких производителей, как Microsoft, Fortinet, Tenable, ESET, Cisco Systems, Samsung.

Основными компонентами ЦОР являются (рис. 1):

- система видеостены и управляющее ПО;
- типовое рабочее место оператора/специалиста;
- программно-аппаратное обеспечение сбора, аналитики, сканирования и контроля использования информационных ресурсов;
- система противодействия вытокам информации, контролю доступа к информационным ресурсам, автоматизированная система поиска уязвимостей;
- серверное оборудование для обработки и хранения данных, виртуальная инфраструктура;
- телекоммуникационная сеть, межсетевые экраны, IP-телефония, видеоконференцсвязь, система обмена сообщениями, электронная почта;
- система контроля доступа, видеонаблюдения и аналитики.



Рисунок 1 – Основные компоненты ЦОР

Внедрение ЦОР предполагает проведение следующих работ:

- обследование существующей ИТ-инфраструктуры, проектирование ЦОР, модернизация корпоративной инфраструктуры с учетом требований оперативного центра;
- подготовка кабельной сети, систем бесперебойного и гарантированного электропитания, систем кондиционирования;
- внедрение систем информационной безопасности, контроля доступа, видеонаблюдения и аналитики;
- внедрение систем мониторинга и управления инфраструктурой;
- оборудование помещений центра, комплектация мебелью и офисным оборудованием;
- гарантийное и постгарантийное обслуживание, техническая поддержка, обучение персонала.

А также такие этапы и сроки внедрения: обследование и проектирование до двух месяцев; поставка оборудования и ПО от одного до трех месяцев; подготовка инженерной инфраструктуры от одного до двух месяцев.

Таким образом, общая длительность реализации проекта по внедрению ЦОР на предприятии составляет от трех до шести месяцев.

Литература

1. Конеев И.Р. Информационная безопасность предприятия. СПб: БХВ-Петербург, 2003. 752 с.
2. Герасименко В.А. Защита информации в автоматизированных системах обработки данных. Кн. 1. М.: Энергоатомиздат, 1994. 400 с.
3. Лисецкий Ю.М. Виртуализация: динамика развития и перспективы. *Information Control Systems and Technologies: materials of the III International scientific-practical conference (Odessa, 23–25 September 2014)*. Odessa, 2014. P. 271–273.
4. Соколов А.В., Степанюк А.В. Защита от компьютерного терроризма: справочн. пособ. СПб: БХВ-Петербург, Арлит, 2002. 496 с.
5. Лисецкий Ю.М. Інформаційні технології в управлінні та обробці інформації: монографія. Київ: ЛАТ&К, 2018. 268 с.
6. Лисецкий Ю.М. Комплексная безопасность корпоративных информационных систем. *Управляющие системы и машины*. 2019. № 1. С. 145–148.
7. Системы поддержки принятия решений. URL: <http://bourabai.kz/tpoi/dss.htm>.

ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ ЗАГРОЗ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕРЕЖ БАЙЄСА

Міщенко М.В., Гребенник А.Г., Трунова О.В.

Чернігівський національний технологічний університет

У сучасному світі питання кібербезпеки набуло досить великої актуальності, адже питома вага інформації, що знаходиться у електронному вигляді зростає з кожним днем, гостро ставлячи питання про її захист. З відокремленням розподілених інформаційних систем у окремі корпоративні комп'ютерні мережі, інформація стала більш ізольованою від зовнішніх впливів, проте нелінійність та складність протікання процесів в таких мережах, а також ряд загроз, що несе в собі не тільки зовнішній, а й внутрішній мережевий трафік, дає підстави до посилення контролю та аналізу мережевих потоків.

На даний момент існує ряд інформаційних систем, метою яких є виявлення та запобігання мережевим атакам та аномаліям трафіку, проте більшість з них працює в реальному часі з множиною вже відомих загроз, надає інформацію або вживає необхідних дій за фактом настання цієї загрози. Такі системи переважно побудовані на сигнатурному методі виявлення і не враховують шкідливих утручань нового типу та особливостей конкретної комп'ютерної мережі.

Із розвитком та широким розповсюдженням методів штучного інтелекту, активно почали розвиватися системи, які побудовані на адаптивних методах виявлення та прогнозування загроз ПЗ. Зокрема, у 2014 році, Агентством передових оборонних дослідницьких проєктів США, було ініційовано створення класу інформаційних систем, побудованих на основі штучного інтелекту, призначених для знаходження, перевірки та виявлення кіберзагроз [1]. Цей клас систем отримав назву Cyber Reasoning Systems (англ. – системи кіберрозсудження) та активно розвивається у сфері кіберзмагань, зокрема Cyber Grand Challenge. Дані системи, працюючи у реальному часі, орієнтовані на висунення гіпотези про існуючі загрози для досліджуваного ПЗ, перевірки цієї гіпотези та її підтвердження або відхилення. Проте на даний момент, системи такого класу є досить енергомісткими та не розраховані на виявлення та прогнозування рівня загроз для корпоративної комп'ютерної мережі [2].

Вирішення проблеми прогнозування загроз для корпоративної комп'ютерної мережі надало б можливість спеціалісту з кібербезпеки завчасно вживати заходів до їх дослідження та усунення. Також, в залежності від обраних методів прогнозування, це допомогло б, з певною точністю, завчасно ідентифікувати наміри атакувальника, зокрема послідовність його дій та джерела можливих загроз.

Одним з найбільш гнучких та точних методів прогнозування рівня загроз є прогнозування рівня загроз за допомогою ймовірнісних мереж

Байєса. Метод прогнозування загроз за допомогою Баєсових мереж досить тісно пов'язаний з підходами, заснованими на графах атаки. Байєсова мережа, як правило, побудована на основі графа атак. Відмінна риса Байєсових мереж – це умовні змінні та ймовірності, які відображені в моделі.

Байєсова мережа – це імовірнісна графова модель, яка складається зі змінних та зв'язків між ними. Дана мережа представляє собою спрямований ациклічний граф з вузлами, представленими дискретними або неперервними змінними, та ребрами, що відображають зв'язки між ними. Вузли утримують стани випадкових величин та форму умовної ймовірності [3].

Для набору випадкових змінних $X = \{x_1, \dots, x_n\}$ у мережі Байєса, функція спільної щільності ймовірності визначається за формулою 1, де $P_a(x_i)$ представляє відповідне значення ймовірності змінних у батьківських вузлах мережі, а $P(x_i/P_a(x_i))$ – умовна ймовірність у дочірніх вузлах.

$$P(x_1, \dots, x_n) = \prod_{i=1}^n P(x_i/P_a(x_i)) \quad (1)$$

У Байєсових мережах, ймовірності зв'язків оновлюються за допомогою теореми Байєса, за фактом надходження нової інформації. Таким чином, з появою нових загроз для мережі, побудована мережа Байєса оновлюється та надає актуальні прогнози про рівні загроз.

Реалізацію прогнозування рівня загроз з використанням мереж Байєса необхідно розділити на дві частини:

1. «Офлайн режим» – побудова мережі Байєса на основі сповіщень, отриманих від встановлених IDS систем та передбачення в цілому рівня загроз для системи.

2. «Онлайн режим» – передбачення ймовірності майбутніх загроз, шляхом подачі на вхід побудованій мережі Байєса інформації про нові загрози.

На вхід алгоритму подаються сповіщення системи IDS у форматі IDMEF (Intrusion Detection Message Exchange Format). Сповіщення такого типу включає в себе, як мінімум, наступні поля:

- Time – час створення сповіщення;
- Alert type – тип сповіщення;
- Source – адреса джерела атаки;
- Destination – адреса призначення атаки.

Після отримання сповіщень виконується їх агрегація за типом оповіщення для послідовних часових значень їх створення (формула 2).

$$A_{t_1}[\text{AlertType}] = A_{t_2}[\text{AlertType}] = \dots = A_{t_n}[\text{AlertType}], \quad (2)$$

де t_1, \dots, t_n – послідовні часові значення створення сповіщень. Для агрегованого сповіщення A_0 типу AlertType_A , зберігаються значення адреси джерела атаки та адреси призначення атаки кожного зі сповіщень A_t .

Після агрегації сповіщень за типом, виконується обчислення кореляції між двома послідовними агрегованими сповіщеннями A_0 типу

$AlertType_A$ та B_0 типу $AlertType_B$. Сповіщення про загрози A_t, B_t вважаються корельованими, якщо виконується одна з двох умов:

- 1) $\{A_t[Source] = B_t[Source], A_t[Destination] = B_t[Destination]\}$;
- 2) $\{A_t[Destination] = B_t[Source]\}$.

Для кожної пари корельованих сповіщень обчислюється ймовірності їх виникнення за формулою 3:

$$P(B/A) = \frac{Corr(A,B)}{Corr(A,*)}, \quad (3)$$

де $Corr(A, B)$ – кількість зв'язків між сповіщеннями A та B ,

$Corr(A,*)$ – загальна кількість зв'язків, спричинена сповіщенням A (може бути виражена у кількості $Source$ адрес для сповіщення A).

В результатуючій Байсовій мережі вузлами виступають агреговані сповіщення, а ребрами між ними – обчислені ймовірності їх виникнення.

Створені за вказаним алгоритмом мережі зображені на рисунках 1, 2.

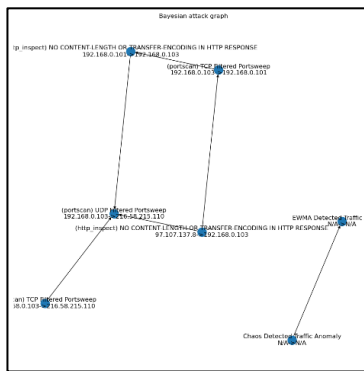


Рисунок 1- Басова мережа сповіщень про загрози для періоду 3 дні

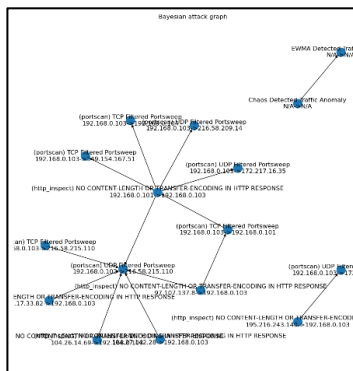


Рисунок 2 – Басова мережі сповіщень про загрози для періоду 7 днів

Відзначимо, що кількість агрегованих сповіщень про загрози зростає зі збільшенням періоду агрегації. Басова мережа добудовується, як тільки надходить інформація про нову загрозу.

Отримана Басова мережа використовується в онлайн режимі для прогнозування рівня загроз за обраний проміжок часу t .

Для здійснення передбачення рівня загроз в онлайн режимі, спочатку обирається період прогнозування для формування в офлайн режимі відповідної Басової мережі. Наступним кроком, в створену в офлайн режимі Басову мережу, передається назва останнього сповіщення про загрозу з бази даних. У результаті, алгоритм повертає ймовірності появи усіх інших сповіщень, наявних у побудованій мережі, обчислені за формулою 1.

Отже, досліджений метод дозволяє не тільки прогнозувати рівень загроз для корпоративної комп'ютерної мережі, але й досліджувати послідовність їх виникнення, адресу джерела та призначення, тип загрози, тощо. Алгоритм є адаптивним, оскільки його робота не залежить від конфігурації корпоративної комп'ютерної мережі.

Література

1. The Mayhem Cyber Reasoning System / Thanassis Avgerinos, David Brumley, John Davis та ін.] // Security&Privacy / Thanassis Avgerinos, David Brumley, John Davis та ін.], 2018. – С. 52-60.
2. Cyber Reasoning Systems: Automating Cyber Warfare [Електронний ресурс] // Medium. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: https://medium.com/@joey_rideout/cyber-reasoning-systems-automating-cyber-warfare-3329f339edeb .
3. Martin Husák. Predictions of Network Attacks in Collaborative Environment : дис. докт. / Martin Husák. – Brno, 2019. – 144 с.
4. O. Sheyner, J. Haines, S. Jha, R. Lippmann, and J. M. Wing. “Automated generation and analysis of attack graphs”. / Security and privacy, 2002. Proceedings. 2002 IEEE Symposium on. IEEE. 2002, С. 273-284.
5. Z. t. Li, J. Lei, L. Wang, and D. Li. “A Data Mining Approach to Generating Network Attack Graph for Intrusion Prediction”. / Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, 2007. FSKD 2007. Fourth International Conference on. Vol. 4. Aug. 2007, С. 307-311

УДК 004.056.55: 004.032: 004.93

SIMULATING AND RESEARCH OF BLOCK PARAMETRIC MATRIX AFFINE-PERMUTATION CIPHERS (BP_MAPCS) FOR CRYPTOGRAPHIC TRANSFORMATIONS

V.G. Krasilenko, A.A. Lazarev, D.V. Nikitovich
Vinnitsia National Technical University

Introduction, analysis of recent publications, formulation of the problems. In the era of electronic communications, the need to transmit and cryptographic transformations (CTs) specific text and graphic documents (TGDs) in the form of table data, 2-D, 3-D, 4-D arrays, drawings, diagrams, resolutions has essentially increased [1-7]. Many TGDs contain restricted access information that in encrypted form, to transmit over communication channels, providing only access with their digital signatures. For security purposes technologies of cryptography, tools for CTs [1-7] and protocols for the formation of keys and their exchange [8, 9] are used, but only small part is devoted to methods oriented on matrix models (MM) [2, 3] and tools. That is why the search and research of new matrix models (MM) of CT, improvement of matrix ciphers are actual strategic task. In works [1, 2] generalized algorithms for CTs, so-called matrix affine-permutation ciphers

(MAPCs) [3] based matrix affinity ciphers (MACs), as modifications of known affine ciphers [2], were proposed. The results of simulation [1-7] of processes of CTs of images on the basis of such models have shown their significant advantages such as: greater stability, increase in speed. In work [2] on the basis of MACs the algorithm for creating a digital blind signature (DBS) is proposed. The results of modeling algorithms for creating a 2D key are also known [8]. One of main components of MAPCs [3] is matrix permutation model (MM_P), which has obvious simplicity. Further improvement of matrix-type ciphers based on such MM_P is highlighted in papers [6, 7]. Their basic operations are elemental multiplication, matrix addition and matrix permutation models (MM_P) with multiplication matrices. However, as shown in papers [4], the CTs on their basis, without additional operations, do not modify histograms of TGDs. For most of works, there is a common significant disadvantage, especially for work related to MAC [1, 5], MAPCs [3] and the like [2, 4, 6, 7], which requires the use of at least two MK, if implemented multiplicative and additive components. Therefore, the search to improve especially the multi-step MAPCs [7] while maintaining stability and other characteristics, in order to reduce the number of MKs to one, and their experimental verification is a necessary urgent task. The emergence of multi-processors requires creation of appropriate matrix-algebraic models (MAM), matrix-type systems (MT) for CT. The promise of the MAM for the CT is evidenced by the ability to check the integrity of the cryptograms and the presence of distortions in them, increasing the cryptostability and expanding their functionality, as experimentally shown in [6]. The generalization of the MAM to a matrix-block view is necessary in terms of the versatility of block algorithms and independence on data volumes. Thus, the actual purpose is development of block modifications of the MAPCs with the possibility of choosing its parameters, cyclic/block keys, their simulation on real information objects (IO), demonstration of their possibilities and advantages.

Presentation of research results. The CT algorithm for encryption based on BP_MAPCs consists of the following steps: 1) the partition of IO into blocks in the form of matrices with a dimension $2^m \times 2^m$, where $m = 4, 5, 6, \dots$ and with element-bytes in a digital format that at $m = 4$ is equivalent to the length of the block $256 \times 8 = 2024$ bits; 2) the permutation of the bytes of each block using the current key (CK), which is formed synchronously from the main key by the selected procedure according to the parametric model, the argument of which is index of block, 3) matrix affine/affine-permutation transformations (MAPTs) of bytes in block using the CK, the same as on stage 2 or similar, but according to parametric model, 4) concatenation of received blocks for formation of cryptogram of IO. The decryption process has the following steps: 1) decomposing the cryptograms on blocks, 2) using MAPT for reversing of blocks based on the reversed CKs; 3) reversing the permutation of bytes of blocks by CKs; 4) concatenating the transformed blocks into the restored IO. The steps of permutations and affine CTs can change and repeat in different sequences. Modeling of BP_MAPC was done

with Mathcad. Windows for CT modeling by BP_MAPCs are shown in Fig. 1-5. The essence of MAPT is to apply to blocks, as set of bytes (PIC_S, images), procedures pixel by pixel modulo multiplication/additions by corresponding 8-bit MKs (direct/inverse) of same dimensions, depending on the parameters, formation modules, which are shown in Fig. 2. As can be seen from the figures, the simulation Results of the processes of direct and reverse CT TGD, images confirm the correct operation of the models. As it was shown by researches, several iterative multiplications of the data (MD) on the MK P (permutations) to may not be sufficient with the application of the same MK for TGDs. In order to improve the algorithm, we propose applying various current MKs to blocks and increasing the dimension of MK and blocks do 256x256 bytes. Thus, the idea and essence of BP_MAP-ciphers of CTs consists in using the functional dependencies of their parameters on block indices and additional vector keys (VK). The MP in the generally accepted form should be square with $N \times N$ elements ("0" or "1"), where $N = 2^{16}$. The power of the set of MPs, that is, their number is estimated as $N!$, which gives huge values. Each address of a block can be represented using 2 bytes, indicate two coordinates (row and column) of the block. This enables to represent any permutation P by 2 blocks (256 x 256 elements) of bytes, putting in each identical address of these blocks the corresponding high byte (in first block) and the least significant byte (in second block) the coordinates of the new address of the byte for permutation. The Mathcad module for generating the main MK (MP) and of its components KeyA, KeyB in format of 2 gray images is shown in Fig. 2. We will show Mathcad windows with modules, formulas for calculating entropy and plotting a histogram, with parametric modules of forward and reverse CTs (qw-multiple permutations of block F bytes) and stream-MKs (larger MP) in isomorphic representation.

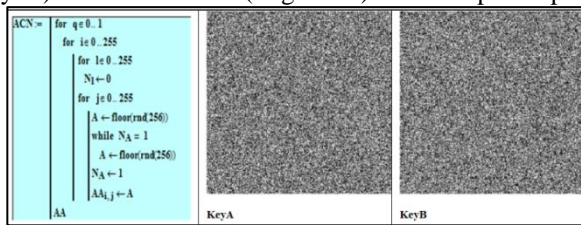


Fig. 1. The module for the generation of the head MP (KeyA and KeyB).

The analysis of histograms before/after the CTs confirms that the proposed models give better results. The TGD entropy was 0.738, and the cryptogram entropy increased 10.6–10.8 times and became equal to 7.82–7.999. The entropy of cryptogram has become almost equal to 8 bits per element: 7,999 (- 0.009 %!). Without knowledge of MK it is impossible to restore MD. As was shown in [2], already with dimension of 32x32 MK (P), the stability is ensured. The power of possible keys set has increased by many orders of magnitude with dimension 256x256 8-bit elements of key (power of keys set is estimated 256^2 !!). Therefore, stability has increased significantly.

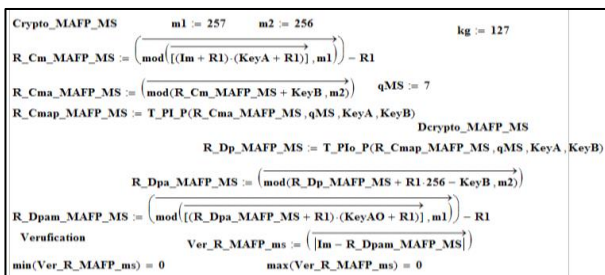


Figure 2. Mathcad window with BP_MAPC of forward/reverse CTs (pixel-by-pixel affine encryption/decryption and multiple permutations).

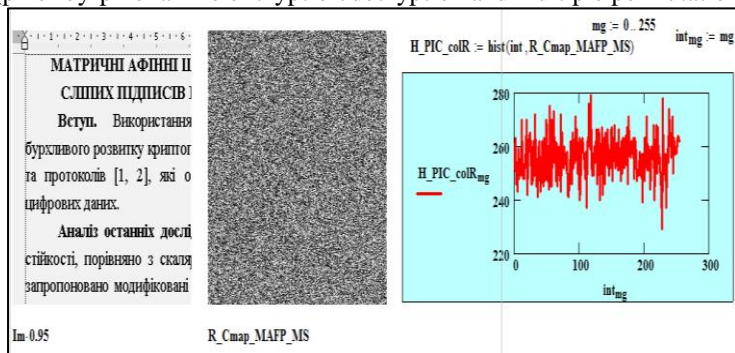


Figure 3. The results of cryptographic image Im conversion using BP_MAPC: the original image, cryptogram and histogram of cryptogram.

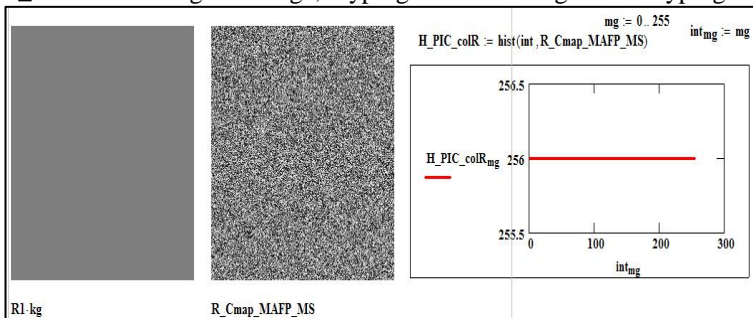


Figure 4. The results of cryptographic conversion of single-level image R1 using BP_MAPC.

For MAM, it is urgently necessary to form a whole series of permutation matrices (MP) from main MK (MMK). Previously considered only MMK of general type was considered, but not the MP series. The aim of the work is to study the processes of formation of the MP flow for CTs and to check their properties. And in [9], questions were considered of creating by the parties a secret main MK of type P with isomorphic representations and the synthesis of set number of sub-keys of a similar type from it, therefore they are not considered in detail here, but will be covered in the report.

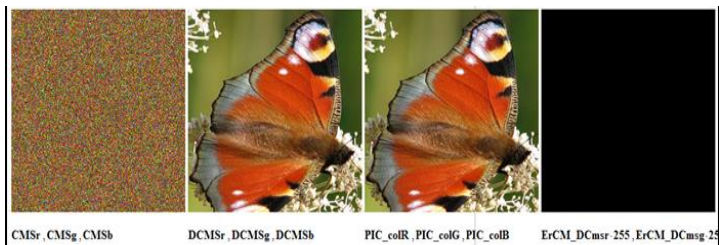


Figure 5. Forward and reverse CT color images using BP_MAPC.

The conclusions: New block parametric matrix-algebraic models and matrix affine-permutation ciphers for CTs are proposed and modulated. The results of their modeling are presented using direct and inverse CT scans over images as an example, which indicates their correct operation and effectiveness. The entropy-histogram analysis of the obtained cryptograms, the advantages of the proposed modifications of ciphers with an increased permutation matrix are shown. The aspects of creating existing MKs are considered. Models can be implemented on matrix processors and have high speed, stability of transformations, and are more resistant to attacks.

References

1. Krasilenko V.G. Modeling of Matrix Cryptographic Protection Algorithms / V.G. Krasilenko, Y.A. Flavitskaya // Bulletin "Computer Systems and Networks". - 2009. - No. 658. - pp. 59-63.
2. Krasilenko V.G., Matrix Affine Ciphers for the Creation of Digital Blind Signatures for Text-Graphic Documents / V.G. Krasilenko, S.K. Grabovlyak // Systems of information processing. - Kh.: KhUPPS, 2011. - Vol. 7 (97). - pp. 60 - 63.
3. Krasilenko V.G. Matrix affine and permutation ciphers for encryption and decryption of images / V.G Krasilenko, S.K. Grabovlyak // Systems of information processing. - Kh., 2012. - Vo. 3 (101). - t. 2. - pp. 53-62.
4. Krasilenko V.G. Cryptographic transformations of images based on matrix models of permutations with matrix-bit-map decomposition and their modeling / V.G. Krasilenko, V.M. Dubchak // Bulletin of Khm. National University. Technical sciences. - 2014. - No. 1. - pp. 74-79.
5. Krasilenko, V.G. Modeling of Matrix Affine Algorithms for the Encryption of Color Images / V.G. Krasilenko, K.V. Ogorodnik, Yu.A. Flavitskaya // Computer technologies: science and education: abstracts of reports v VseUkr. sci. conf. - K., 2010. - pp. 120-124.
6. Krasilenko V.G. Modeling and research of cryptographic transformations of images based on their matrix-bit-map decomposition and matrix models of permutations with verification of integrity / V.G. Krasilenko, D.V. Nikitovich // Electronics and Information Technologies. - Lviv: National University, 2016. - Vo. 6. – pp. 111-127.
7. Krasilenko V.G. Simulation of cryptographic transformations of color images based on matrix models of permutations with spectral and bit-

map decompositions / V.G. Krasilenko, D.V. Nikitovich // Computer-integrated technologies: education, science, production: sciences, - Lutsk: Lutsk Nat Tech Un., - 2016. - No. 23. - pp. 31-36.

8. Krasilenko V.G. Modeling Protocols for Matching a Secret Matrix Key for Cryptographic Transformations and Matrix-type Systems / V.G. Krasilenko, D.V. Nikitovich // Systems of information processing. - 2017 - Vo. 3 (149). – pp. 151-157.

9. Krasilenko VG Modeling of methods for generating flows of matrix permutations of significant dimension for cryptographic transformations of images // V.G. Krasilenko, D.V. Nikitovich // Abstracts of the II All-Ukrainian STC Computer Technologies: Innovations, Problems, Solutions. - Zhytomyr: Zhytomyr Polytechnic, 2019. - P. 67-77.

UDC 528.852.6(528.831.1):004.932.2

MULTIFRAME REMOTE SENSED IMAGERY SUPERRESOLUTION

Sergey A. Stankevich, Artem A. Andreiev, Artur R. Lysenko
Scientific Centre for Aerospace Research of the Earth, Ukraine

Introduction

Spatial resolution is the most important criterion of remote sensing capabilities. Regardless of the continuous improvement of remote sensing imaging systems, in many cases a lack of spatial resolution is evident. Spatial resolution enhancement makes remote sensing applications more successful, so such enhancement is important and relevant now. However, the possible resolution of the remote sensing imagers' hardware is limited by the microminaturization technology of semiconductor sensor arrays on the one hand and the maximum allowable size of the lens on the other hand. However, the superresolution can be engaged too by joint processing of several subpixel-shifted images of the same scene [1].

Method

The general image processing dataflow for a subpixel superresolution includes three stages: 1) acquiring several subpixel-shifted input images; 2) assigning a joint subpixel grid for all input images; 3) restoring the superresolution image from the input ones on the subpixel grid.

The first stage is done by co-registering and cutting the input images. The usual correlation method is used:

$$(\Delta x^*, \Delta y^*)_{II} = \operatorname{argmax} r[I(x, y), J(x+\Delta x, y+\Delta y)] \quad (1)$$

where I, J are overlapped images with grid coordinates x and y , $\Delta x, \Delta y$ are integer pixel shifts between images, $r[\cdot]$ is the mutual correlation operator, $\Delta x^*, \Delta y^*$ are optimal pixel shifts corresponding to image stacking.

The joint subpixel grid **Fig. 1** of co-registered images is determined in the second stage so that as the minimum possible number of pixels of the input images overlap each subpixel of grid.

The optimization necessary to satisfy this condition is performed by the following criterial function:

$$\sum_{l \in \mathfrak{I}} \delta x_l^2 + \delta y_l^2 \rightarrow \min \quad (2)$$

where $\delta x_l, \delta y_l$ are coordinate subpixel shifts between the oversampled image I and assigned joint subpixel grid, \mathfrak{I} is the input images set.

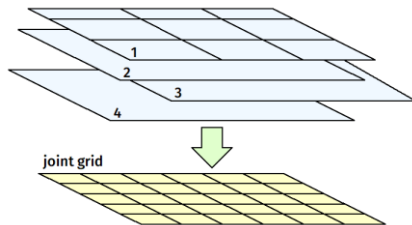


Fig. 1. Joint subpixel grid of input images set

After the subpixel shift of each of the input resampled images is determined, it becomes possible to re-interpolate them onto a joint subpixel grid. The enhanced image restoration in the third stage can be carried out in various ways: by simply averaging the images re-interpolated onto a joint grid, by weighing them in proportion to local signals or inversely proportional to noise, and by means of any sharpening technique [2].

An important requirement of the first two stages of processing is the availability of a special procedure for determining the displacement of the input images: the integer pixel one – for image co-registration and subpixel one – for re-interpolation. In addition, the values of mutual subpixel shifts of all pairwise combinations of input images are necessary for the optimal assigning of the joint subpixel grid. The determining of integer pixel and subpixel shift of two images can be performed both in spatial and in frequency domain; in particular, a similar procedure is described in [3] and implemented as special-purpose software (**Fig. 2**).

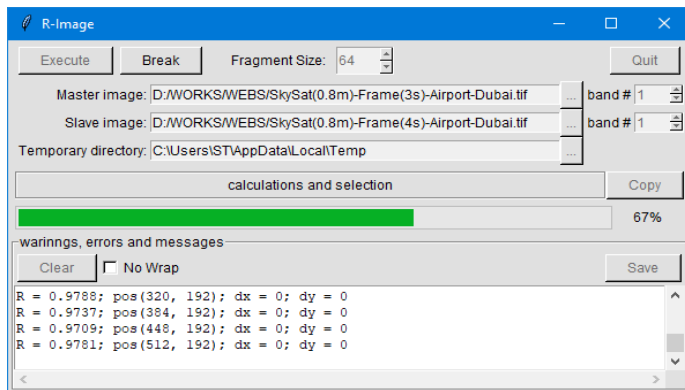


Fig. 2. Graphical interface of software for image shift calculation

After all mutual subpixel shifts of the input images are determined, it becomes possible to project them onto a joint subpixel grid. Then, the resulting value is formed in each subpixel from the set of values corresponding to the input images. In this way, the output image is obtained. The specific method for restoring the output value in subpixel may vary depending on the quality of input images.

Result

In **Fig. 3** a double-sized output image is shown, which obtained from four input SkySat satellite subpixel displaced images simply averaging over a joint sub-pixel grid.

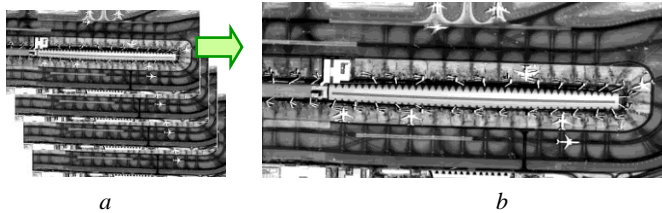


Fig. 3. Multiframe imagery superresolution demo:
a – input SkySat satellite four images, subpixel displaced relative to each other
b – output double-sized image by proposed method

The obtained result was evaluated using spatial frequency analysis. The bidirectional point spread function (PSF) $h(x, y)$ of digital image was approximated by gaussoid with separable parameters σ and ζ :

$$h(x, y) = \frac{1}{2\pi \cdot \sigma \cdot \zeta} \cdot e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \cdot e^{-\frac{y^2}{2\zeta^2}} \quad (3)$$

which were calculated through optimal approximation of both horizontal and vertical edge spread functions (ESF) of digital image [4]. The best EFF selections were extracted from the digital image by statistical filtering in a 4×4 sliding window.

According to PSF (3), the bidirectional modulation transfer function (MTF) $T(\zeta, \eta)$ of digital image is calculated

$$T(\zeta, \eta) = e^{-2\pi^2 \cdot \sigma^2 \cdot \zeta^2} \cdot e^{-2\pi^2 \cdot \zeta^2 \cdot \eta^2} \quad (4)$$

whereby the spatial resolution components r_x and r_y can be determined for the predefined modulation threshold. The **Fig. 3** test image spatial resolution evaluation results are in the table:

Table 1. Spatial resolution components of test image

Spatial resolution, pixels	Input image (full pixel size)	Output image (half pixel size)
r_x	1.51 .. 1.55	1.65
r_y	1.66 .. 1.79	1.78

It should be noted that the spatial resolution components are $r_x = 2.45$ and $r_y = 2.76$ pixels for image obtained by dumb duplication of the original test one.

Conclusion

Thus, the sufficiently high potential of the proposed method for multiframe remote sensed imagery superresolution is demonstrated. This method will be quite useful in special remote sensing applications that use video sequences for imaging. At the moment, there are more and more such applications, especially among aircraft drones [5], although satellite video systems are commissioned too.

The main difficulties, just as the priorities for future improvement of proposed method, are sensitivity to imperfect co-registration of input images and significant computational burden. The first problem is pure photogrammetric, and its solution goes beyond the scope of this study. The second drawback is possible to weaken by transferring main computations into the frequency domain. Such transferring will require essential mathematical updating of the method.

And finally, the proposed method will be claimed in those remote sensing applications where precise allocation of small-size objects is required.

References

1. Lyalko V.I., Popov M.A., Stankevich S.A., Shklyar S.V., Podorvan V.N., Likholit N.I., Tyagur V.M., Dobrovolska C.V. Subpixel processing of images from the frame infrared camera for future Ukrainian remote sensing satellite system // Proceedings of the 10th International Conference on Digital Technologies (DT'2014).– Žilina: IEEE, 2014.– P.232-235.
2. Popov M.O., Stankevich S.A., Shkliar S.V. An algorithm for resolution enhancement of subpixel displaced images (in Russian) // Mathematical Machines and Systems, 2015.– No.1.– P.29-36.
3. Stankevich S.A., Popov M.A., Shklyar S.V., Sukhanov K.Y., Andreiev A.A., Lysenko A.R., Kun X., Cao S., Yupan S., Boya S. Estimation of mutual subpixel shift between satellite images: software implementation // Ukrainian Journal of Remote Sensing, 2020.– No.24.– P.9-14.
4. Stankevich S.A. Evaluation of optical transfer functions and restoring digital aerospace images by inverse filtering // Journal of Automation and Information Sciences, 2006.– Vol.38.– No.6.– P.39-47.
5. Stankevich S.A., Lubsnyi M.S., Lysenko A.R. Aerial imaging superresolution based on subpixel processing of images acquired by quadcopter (in Ukrainian) // Ukrainian Journal of Remote Sensing, 2017.– No.15.– P.40-42.

INTEGRATING AI-ALGORITHMS INTO CHATBOT DEVELOPMENT USING AWS SERVICES

John N. Davies¹, Mariya Verovko², Oleksandr Verovko², Iryna Solomakha³

*1 Creative and Applied Research for the Digital Society (CARDS),
Glyndŵr University, Wrexham, UK*

2 AgileVision sp. z o.o., Krakow, Poland

*3 Dept. of Entrepreneurship and Trade, Chernihiv National University
of Technology, Ukraine*

A chatbot is a software designed to simulate a human conversational partner in online communication [1]. Types of such communications include but not limited to text-to-text, text-to-speech and, newly available due voice recognition technologies, speech-to-text and speech-to-speech. Integration of chatbot into application is the nowadays best practice, supported by the most part of widely used software brands, such as Facebook, Slack, Apple, Google etc.

AWS provides Amazon Lex service for building chatbots. Amazon Lex is developed based on automatic speech recognition and natural language understanding technologies, which provides developers abilities to build lifelike conversations [2]. However, it should be noticed that speech recognition is supported for limited set of languages.

Considering features of Amazon Lex, general algorithm of a Amazon Lex-based chatbot operation contains following actions:

- user sends request to Amazon Lex;
- Amazon Lex processes request and detects key words and terms;
- recognized key terms are sent to middleware;
- middleware processes obtained keys according to internal algorithms;
- middleware obtains corresponding response from internal or external dictionary;
- response is provided to Amazon Lex and is sent back to user.

Described general algorithm is presented on Figure 1.

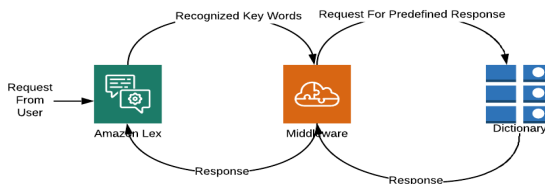


Fig. 1. Amazon Lex operation algorithm

Determination of a response is performed by middleware and can be represented as a linear function:

$$x = f([K_1 \dots K_m]), \quad (1)$$

where $K_1 \dots K_m$ – is a set of key words, for which single response will be provided, f is a predetermined correspondence between keywords and response, that should be provided, if such key words are presented in a user request.

To provide high quality support service presented approach of direct correspondence is not the best decision. Introduction of AI-powered algorithms to define chatbot responses can significantly increase their quality.

To make chatbot responses “smarter”, more flexible and custom linear function of correspondence should be replaced by a system of functions, which consider customer characteristics and dependency between these characteristics and provided responses.

Determination of a response can be represented as a system of functions

$$\left\{ \begin{array}{l} x = f_1([K_1 \dots K_m]) \\ [K_1 \dots K_m] = f_2 \left(\begin{bmatrix} y_1 & \dots & y_n \\ z_1 & \dots & z_n \\ w_1 & \dots & w_n \end{bmatrix} \right) \end{array} \right\}, \quad (2)$$

where $K_1 \dots K_m$ – is a set of key words, for which response will be provided, and which is generated from the f_2 ; f_2 is a function that determines key words for a user based on matrix of user parameters; f_1 is a correspondence function between keywords and response.

Proposed algorithms are performed by middleware. Generally, there is no limitation for middleware implementation. But considering good integration between all AWS services, such as Amazon Lex and AWS Lambda, it’s recommended to use AWS Lambda for performing AI-algorithms and calculations. Dictionaries with responses could be implemented using AWS storages, such as Amazon S3 or Dynamo DB. RDS and Aurora DB could be also used, but relational DB are not the best decision to store text.

References

1 Abashev A., Grigoryev R., Grigorian K., et al. Programming tools for messenger-based chatbot system organization: Implication for outpatient and translational medicines. *BioNanoScience* 2017; 7(2): 403–407.

2 Amazon Web Services Documentation (2020) [Online]. Available: <https://docs.aws.amazon.com>.

3 Ghosh S., Bhatia S., Bhatia A. Quro: Facilitating user symptom check using a personalised chatbot-oriented dialogue system. *Stud Health Technol Inform* 2018; 252: 51–56.

4 Oh K.J., Lee D., Ko B., et al. A chatbot for psychiatric counseling in mental healthcare service based on emotional dialogue analysis and sentence generation. In *18th IEEE International Conference on Mobile Data Management (MDM)*, 2017. IEEE, 2017, pp. 371–375.

USING NATURAL LANGUAGE PROCESSING IN EVALUATING OPEN QUESTIONS

O.F. Voloshyn, D.I. Kovaliov

Computer Science and Cybernetics Taras Shevchenko University Kyiv, Ukraine

Natural language processing - the intersection of machine learning and mathematical linguistics, aimed at studying the methods of analysis and synthesis of natural language. Today NLP is used in many areas, including voice assistants, automatic text transfers and text filtering. The main three areas are Speech Recognition, Natural Language Understanding and Natural Language Generation).

NLP solves a large set of tasks that can be broken down into levels (in brackets). Among these tasks, one can distinguish the following: Recognition of text, speech, speech synthesis (signal); Morphological analysis, canonization (word); POS-tagging, recognition of named entities, selection of words (word-combination); Syntactical parsing, tokenization of sentences (sentence); Extracting relationships, defining a language, analyzing emotional color (paragraph); Annotation of the document, translation, analysis of the subject (document); Deduplication, information search (corps).

Preprocessing of the text translates the text into a natural language in a format convenient for further work. Pre-processing consists of different stages, which may vary depending on the task and implementation. Below is one of the possible set of steps: Translation of all letters in the text into lower or upper register; removing digits (numbers) or substituting for a text equivalent (regular expressions are usually used); removing punctuation. Usually implemented as a removal of characters from a predefined set; Delete whitespace; Tokenization (usually implemented on the basis of regular expressions); Removing the stop words; Stemming; Lemmatization; Vectorization.

The lemmatization approach is an alternative to stemming. The basic idea of bringing the word to the vocabulary form - lemma. For example, for the Ukrainian language: for nouns - a nominal case, a unique number; for adjectives - nominative case, single number, male gender; for verbs, sacraments, gentry - the verb in infinitive imperfect form.

Most mathematical models work in vector spaces of large dimensions, so it is necessary to display text in vector space. The main approach is a bag of words: a vector of the dimension of a dictionary is created for a document, for each word its own dimension is highlighted; for a document it is written a sign how often the word is encountered in it, we get a vector. The most common method for calculating the attribute is TF-IDF (TF - word frequency, term frequency, IDF - inverse document frequency, inverse document frequency). TF is calculated, for example, by a word count counter. The IDF

is usually calculated as the logarithm of the number of documents in the shell, divided by the number of documents where the word is represented. Thus, if a word has been encountered in all the documents of the corpus, then such a word will not be added anywhere. The breadth of the word bag is a simple implementation, but this method loses some of the information, for example, the word order. To reduce the loss of information, you can use the N-gram bag (add not only words but also word combinations), or use the methods of vector representation of words, for example, it allows you to reduce the error in words with the same spelling but different values.

Since the number of similar documents in a large body can be huge, it is necessary to get rid of duplicates. Since each document can be represented as a vector, we can determine their proximity by taking a cosine or other metric. The minus of this deduplication method is that for large enclosures, a complete search on all documents will be impossible. To optimize, you can use a locally sensitive hash, which will place close-to-similar objects.

Semantic (meaning) analysis of the text - the allocation of semantic relations, the formation of a semantic representation. In the general case, the semantic representation is a graph, a semantic network that reflects binary relations between two nodes - semantic units of text. The depth of semantic analysis can be different, and in real systems most often only the syntactic-semantic representation of the text or individual sentences is constructed. Semantic analysis is used in tasks of the analysis of the tonality of the text (Sentiment analysis), for example, for automated determination of the positive feedback.

Detection of named entities and extraction of relationships. Named entities are objects from the text that can be assigned to one of the predefined categories (eg, organization, personality, address). The identification of references to similar entities in the text is the task of recognizing named entities.

Using N-gram. N-gram is a sequence of n elements. In NLP N-grams are used to construct probabilistic models, text similarity tasks, text and language categorization. By constructing an N-gram model you can determine the probability of using a given phrase in the text. The N-gram model calculates the probability of the last word of the N-gram, if all the previous ones are known, while it is assumed that the probability of occurrence of each word depends only on the preceding words.

N-grams are used in the task of detecting plagiarism. The text is split into several fragments, represented by N-grams. A comparison of N-grams with each other allows you to determine the degree of similarity of documents. In a similar way, the problem of correcting spelling mistakes can be solved by selecting candidates for replacement.

Neural networks are also used for NLP. Artificial neural networks are a system of connected and interacting simple processors - artificial neurons. The algorithm of such processors is often very simple. For example, the processor can simply transform the signal received at the input, using a certain mathematical function, in the output. And, nevertheless being

connected to a fairly large network with a managed one interactions, such individually simple processors together are capable to perform rather complicated tasks. Recurrent neural networks differ from other types of networks by the fact that except for links that move from one neuron to another directly, as in networks direct distribution, as well as communications that take place in time. That is, the signal from one neuron in step t will go to another (or the same) neuron at step $t + 1$. Thus recurrence neural networks can be saved information in time, thereby "memorizing" some data. These are theirs peculiarity just very much helps in the translation, classification and processing natural text as a whole, since our language is arranged in this way, that some data at the beginning of the block of text, may affect the understanding and translation at its end.

As mentioned before, system has adaptive evaluation method as well as some sort of open question evaluation system that based on NLP (Natural Language Processing).

Let's consider the different techniques used by computer-based assessment systems, as well as existing CAA approaches. Methods of automatic evaluation of free text are divided into three main types: statistical, extraction of information and complete processing of natural language [1].

The statistical technique is based only on the matching of keywords, so it is considered a bad method. It cannot solve such problems as synonyms in student responses, but also does not take into account the order of words and also cannot deal with lexical variability.

The technique of extracting information consists in structuring information from the text. Can be used to extract communication between concepts. First, the text is divided into concepts and their relationships. Then the dependencies found are compared with the expert data (introduced by the instructors) to give the student an assessment.

Full Natural Language Processing (NLP) involves a parsing analysis of the text and finds the meaning of the student's response and compares with the teacher's answer for assigning a final score.

Methods based on ontology, keyword analysis, natural language processing and information mining techniques are the main approaches to evaluating the text. Full text parsing and semantic analysis are difficult to implement and very difficult to localize into other languages. Thus, the extraction of information offers an affordable and more reliable approach, using the NLP tools to search for specific content in the text and without in-depth analysis.

Advance NLP method evaluates the text, calculating the score, based on a clear correlation between the concepts between the student's response and the teacher's answer (i.e., an expert response) [2]. If there is access to more than one answer, the similarity is evaluated with respect to each response independently, and the best is used to determine the final score. The text is divided into tokens (words, numbers, and punctuation symbols), the boundaries of sentences are indicated. Conducted synonymous, numeric (for example, '7th' equates to 'seventh'), acronymic transformation. Concepts turn

into intermediate forms and agree on the basis of several modules that compare essence and heuristic representation of concepts. On the basis of work of all modules an estimation is made.

Literature

1 Mitchell T, Russell Broomhead P, and Aldridge N. Towards robust computerized marking of free text responses. In proceeding of the 6th computer Assisted Assessment Conference, 2002.

2 Arun P. Parshu R. Automatic Answer Evaluation: NLP Approach. Royal University of Bhutan, 2016.

УДК 532.54, 519.63, 004.272.23

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОРАБЕЛЬНЫХ ВОЛН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УРАВНЕНИЙ МЕЛКОЙ ВОДЫ НА GPU

М.В. Сорокин

Институт проблем математических машин и систем НАН Украины

Введение

Ранее в ИПММС авторами работы [1] была разработана численная модель ShipSim расчета корабельных волн и их воздействия на пришвартованные корабли и береговую линию, основанная на решении нелинейных уравнений мелкой воды (НУМВ). Модель показала хорошее согласие при сравнении с лабораторными данными и данными полевых измерений [1, 2]. Сейчас она успешно используется в инженерных проектах при проектировании портовых конфигураций, схем маневрирования и стоянки кораблей [3].

Модель реализована на языке Fortran для расчетов на одном ядре центрального процессора (CPU). Типичное время расчета сценария для одной портовой конфигурации, одного типа корабля и одной схемы маневрирования, на современном процессоре Intel или AMD порядка нескольких часов.

В крупном инженерном проекте могут быть десятки конфигураций, типов кораблей и схем маневрирования, что приводит к значительным временам моделирования всех сценариев и задержкам реализации проектов.

Для ускорения расчетов необходимо привлекать методы параллельных вычислений на многоядерных CPU, кластерах, высокопроизводительных графических процессорах (GPU).

В последнее время популярным средством, упрощающим разработку для CPU и GPU, стала модель параллельного программирования OpenACC. Она представляет собой набор директив компилятора для языков C и Fortran. С помощью них можно указать участки алгоритма,

которые могут быть обработаны многоядерными процессорами в многопоточном режиме.

OpenACC имеет ряд преимуществ. Она поддерживает несколько компьютерных архитектур, CPU Intel, AMD и POWER; GPU от NVIDIA, на основе одного программного кода. Позволяет реализовать содержащийся в алгоритме параллелизм без его существенного преобразования. Допускает пошаговое распараллеливание.

В настоящей работе программная модель OpenACC использовалась для распараллеливания модели ShipSim для многоядерных CPU и GPU.

Формулировка модели

Модель ShipSim основана на НУМВ, описывающих адвекцию, гидростатическое давление и донное трение, дополненных свободным членом, который учитывает движение корабля:

$$\frac{\partial \mathbf{U}}{\partial t} + \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial x} + \frac{\partial \mathbf{F}}{\partial y} = \mathbf{S}, \quad (1)$$

$$\mathbf{U} = \begin{bmatrix} h \\ q_x \\ q_y \end{bmatrix}, \mathbf{E} = \begin{bmatrix} uh \\ uq_x + \frac{gh^2}{2} \\ uq_y \end{bmatrix}, \mathbf{F} = \begin{bmatrix} vh \\ vq_x \\ vq_y + \frac{gh^2}{2} \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} 0 \\ -gh \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{h}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} - \frac{\tau_x^\eta}{\rho} \\ -gh \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{h}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} - \frac{\tau_y^\eta}{\rho} \end{bmatrix}.$$

Здесь h - глубина воды, u , v - x и y компоненты усредненной по глубине скорости потока, q_x , q_y - компоненты расхода воды через единичную ширину, ρ - плотность воды, g - ускорение свободного падения, η - уровень поверхности дна, τ_x^η , τ_y^η - касательные напряжения на дне в x и y направлениях, которые могут быть аппроксимированы формулой Маннинга:

$$\tau_x^\eta = c_b u \sqrt{u^2 + v^2}, \tau_y^\eta = c_b v \sqrt{u^2 + v^2}, c_b = \rho g n^2 / h^{1/3}. \quad (2)$$

Влияние корабля в НУМВ учитывается неоднородностью давления, вызванной осадкой судна

$$P = \rho g d, \quad (3)$$

где d - глубина его погружения в рассматриваемой точке. Программно осадка реализована как горб, в виде перевернутого корпуса корабля, движущийся по его маршруту [1].

Перемещение неоднородности давления приводит к неоднородностям полей гидродинамических переменных и генерации корабельных волн.

Рассчитанные гидродинамические переменные используются для обчета нагрузок. Формы корпусов судов разбиваются на множество линейных сегментов, каждый со своими размерами и ориентацией. Значения гидродинамических переменных используются для подсчета сил давления на каждый линейный сегмент. Посегментные силы суммируются для получения продольной и поперечной компоненты суммарной силы и суммарного момента сил, действующих на корабль.

Численный метод и его параллельная реализация

Уравнения модели решаются на прямоугольной расчетной сетке явной схемой конечных объемов предиктор-корректор типа Годунова, имеющей 2-й порядок точности по времени и пространству.

Шаг 1. - Исходя из критерия Куранта-Фридрихса-Леви, вычисляется текущее значение временного шага. Число Куранта обычно устанавливается меньшим или равным 0.4. *Шаг 2.* - Вычисляется положение и ориентация движущегося корабля, новый рельеф, соответствующий новому положению его днища. *Шаг 3.* - Вычисляются потоки через границы контрольных объемов с помощью схемы Годунова и приближенного решения задачи Римана. *Шаг 4.* - Вычисляются предсказываемые значения гидродинамических переменных. *Шаг 5.* - Корректируемые потоки рассчитываются с использованием ограничителя потоков. *Шаг 6.* - Вычисляются скорректированные значения гидродинамических переменных. *Шаг 7.* - Добавляется вклад от свободных членов уравнения. *Шаг 8.* - Рассчитываются нагрузки на судна.

Приведенные шаги реализуются в виде циклов по всем контрольным объемам, их границам, сегментам, на которые разбита форма судов. Причем, ввиду того, что разностная схема явная, итерации циклов независимы. То есть расчет значений в любом объеме, границе, сегменте не зависит от значений в других объемах, границах, сегментах на текущем временном шаге.

В такой схеме есть естественный параллелизм, который можно реализовать с помощью директив OpenACC для многопоточной обработки на многоядерных CPU и GPU. Только для расчетов с использованием GPU нужно явно управлять загрузкой/выгрузкой данных с CPU, на GPU и обратно.

Вначале CPU инициализирует расчетные сетки рельефа, судов, физические параметры и основные гидродинамические переменные. Перед запуском временных итераций все инициализированные данные, которые будут обчитываться GPU, загружаются в ее память с помощью директив *!\$acc data copy (...)*, а вспомогательные переменные инициализируются непосредственно на GPU с помощью директив *!\$acc data create (...)*. Движение корабля рассчитывается на CPU и необходимые параметры загружаются на GPU с помощью директив

!\$acc update device (...). Гидродинамические переменные согласно *Шагам 3-7* вычисляются на GPU. Многопоточная обработка циклов определяется директивами *!\$acc kernels loop present(...)*. Ключ *present(...)* указывает, что данные уже присутствуют в памяти GPU. Для многопоточных операций поиска минимума (*Шаг 1*) и суммирования (*Шаг 8*) используются директивы с редукцией - *!\$acc kernels loop reduction(min|+:...)*. Перед выводом значений переменных во внешние файлы, переменные копируются с GPU на CPU с помощью директив *!\$acc update host (...)*.

Результаты тестирования и заключение

Для тестирования эффективности параллельной модели ShipSim мы использовали рабочую станцию с двумя 18-ядерными процессорами Intel Xeon E5 2699 v3 2.30 GHz и графическую карту NVIDIA GeForce RTX 2080 Ti.

В качестве тестового был выбран сценарий с проходом танкера по реке Сан Джацинто вблизи терминала Барборс Кат (Техас, США), у причала которого пришвартован контейнеровоз. Сетка расчетной области имеет размер 1870·1976=3695120 узлов. Моделировались 10 сек движения танкера.

Код модели транслировался в исполняемые файлы для многоядерных CPU (multi-core, MC) и GPU с помощью компилятора PGI Fortran 18.10. Одноядерная версия программы (1 core, 1C) транслировалась с помощью компилятора Intel Fortran 16.0.

Таблица 1. Сравнение времен моделирования

	1 core	Multi-core	GPU
T, s	111.76	33.18	2.54
T_{1C}/T	1	3.4	44.1
T_{MC}/T	–	1	13.1

Из сравнения времен моделирования различных версий модели ShipSim, приведенного в Таблице 1, следует, что распараллеливание с помощью OpenACC оказалось эффективным: GPU версия быстрее однопоточной в 44.1 раз и быстрее многоядерной в 13.1 раз.

Литература

1 Коломієць П.С., Железняк М.Й., Ківва С.Л. Моделювання корабельних хвиль із використанням рівнянь мілкої води та рівнянь Бусінеска// Математичні машини і системи. - 2007. - №3, 4. - С. 95-110.

2 Fenical S., Salcedo, F. Passing Vessel Hydrodynamic Model Validations in Complex Waterways// Proceedings of Conference on Coastal Engineering Practice 2011. - 2011. - P. 846-854.

3 Fenical S., Rice S., Salcedo F., Walsh J. Harbor-Wide Passing Cruise Ship Surge Study, Port Canaveral, FL// Proceedings of Ports '13: 13th Triennial International Conference. - 2013. - P. 402-411.

EXPERT'S STUDY ON SITUATIONAL AWARENESS OF OPERATIONS DIRECTED AT THE WIDE DISSEMINATION OF MALICIOUS INFORMATION

N.T. Stoianov, M.G. Bozhilova
Defence Institute "Prof. Tsvetan Lazarov", Bulgaria

The NATO Science for Peace and Security (SPS) Programme supports security-related practical cooperation based on scientific research, innovation and knowledge exchange within NATO's wide network of partner countries [0]. One of the priority of SPS Programme is cyber defence. It funded Cyber Rapid Analysis for Defense Awareness of Real-time Situation project (CyRADARS) for supporting research activities in this area. The objectives of CyRADARS project are to develop novel theoretical foundations, methods, and research prototypes of software tools for producing situational awareness of major cyber campaigns: operations directed at wide dissemination of malicious information [0].

As a starting point of the project research, the consortium has conducted an experts' study about user requirements for situational awareness. This report presents a summary of the results from the study on the needs of different stakeholders in Bulgaria, Ukraine, and the USA in order to be informed about a campaign of dissemination of malicious information.

Thirty-four experts have participated in the study. Their distribution on nationalities and organizations (public/private) is the following:

1 20,6% - from Bulgaria; 73,5% - from Ukraine; 5,9% - from USA.

2 24,2% - representatives of private companies; 75,8% - representatives of public organizations

According to type of organization from cyber security point of view, the experts are representatives from:

1 Academic and research institutions

2 Industrial organizations

3 CERTs

4 Cyber security domain organizations

5 Internet Service Providers

6 Educational institutions.

The definition of malicious information is a controversial topic. In the Council of Europe's Information Disorder Report [0], authors introduce a new conceptual framework for examining information disorder, identifying three different types: mis-, dis- and mal-information. The difference between these three types of information is based on the intention– just falseness or harm.

1 Dis-information is when false information is knowingly shared to cause harm.

2 Mis-information is when false information is shared, but no harm is meant.

3 Mal-information is when genuine information is shared to cause harm, often by moving information designed to stay private into the public sphere.

Questions of the study were divided into three groups. The first group was about the responders' understanding of the meaning of malicious information and the major sources of this type of information for their organizations (domains).

The results from the expert's study about the meaning of malicious information show that for more than 52% of the responders, malicious information means malicious software. For over 38% of the experts, malicious information is equal to disinformation or fishing scam or spam. The results are given in figure 1.

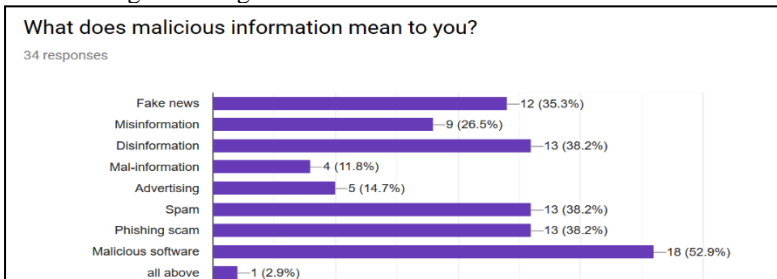


Figure 1. The expert's study results about the meaning of the malicious information

As a response to the second question in this group, the experts identify "emails" as the most probable way of dissemination of malicious information (see figure 2).

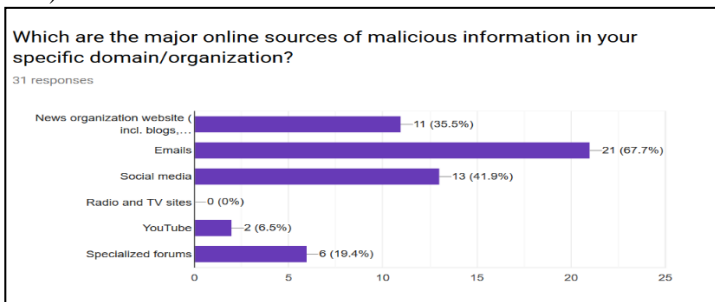


Figure 2. The results for the major online sources of malicious information

The second group of questions was dealing with the current state of situational awareness in stakeholder organizations. The responses are the following:

1 Do you have the policy to combat the digital spread of malicious information? – 75,3 % “No”

2 Do you/your organization use some automation technics to analysing the information that you receive or spread? – 63,6% “No”

3 Does your organization keep a blacklist of unreliable sources of information (websites, blogs, media, etc.) – 61,3% “Yes”.

The truth verification of digital information is not automated at the current stage, according to expert answers.

Objectives of the third group of questions are to elicit the user requirements about functions of the software tools for situational awareness of the malicious information dissemination, which will be outcomes of the CyRADARS project.

The summary results from the expert opinions about the function of the software tools are summarized in figure 3.

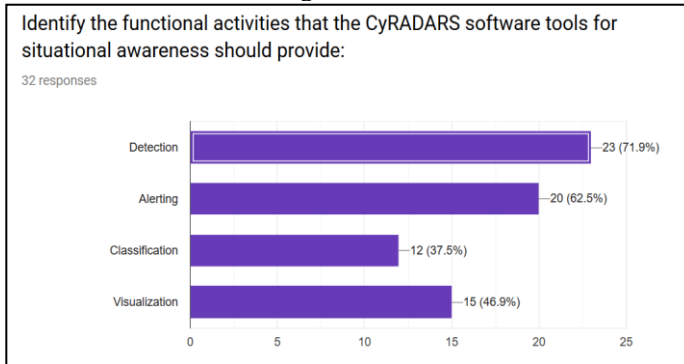


Figure 3. User requirements about functions of the CyRADARS software tools

More than 76% of the experts prefer the alerting function to be implemented through the email messages, over 56% express that they would like to be informed by the reports.

Finally, based on the experts' study it could be concluded that:

1 In the organizations, there is a real need for situational awareness of operations directed at the wide dissemination of malicious information. For 81.3% of the experts CyRADARS research could be useful for their organization to combat the digital spread of malicious information.

2 There is not a common understanding and a general definition of the malicious information and it depends on the context (domain) of its use.

3 The experts identified emails as the most probable source of malicious information.

Literature

1 The NATO Science for Peace and Security Programme Homepage <https://www.nato.int/cps/en/natolive/78209.htm>, last accessed 2020/05/20

2 The CyRADARS web site <https://www.cyradars.net/>, last accessed 2020/05/20

3 Council of Europe's Information Disorder Report: Toward an interdisciplinary framework for research and policymaking, by Claire Wardle, PhD and Hossein Derakhshan. With research support from Anne

UDC 517.957

HONEYPOT TYPES AS A POSSIBLE DATA SOURCE FOR THE CYRADARS PROJECT

N.T. Stoianov, M.G. Bozhilova, G.R. Velev
Defence Institute "Prof. Tsvetan Lazarov", Bulgaria

The report presents a review of types of honeypots from CyRADARS [0] points of view. A honeypot could be used for collecting current malware attack patterns, studying hacker behaviour, looking for internal attacks from insiders, etc. Having threat intelligence without impact on production systems and networks is a promising tool for a collection of research data. The study reviews open source honeypots. The aim is to select the most applicable honeypot types and the ways they should be deployed so the CYRADARS tools will be fed with relevant data.

Honeypot is a computer system or application aiming to attract hackers to attack it so to watch and study the hackers' behaviour. In that way, the honeypot can be defined as a fake system that looks like a real system. Honeypots are developed to be intentionally vulnerable, so an attacker to detect and try to exploit the vulnerabilities.

There are different types of honeypots and different classifications. One of them is based on the type of attacked resources, the other is on the level of interaction.

Based on the type of attacked resources, the honeypots are classified as server-side and client-side. Honeypots designed for detection and studying attacks on services are called server-side. This type honeypots act as a server—they expose an open port, multiple ports, or whole applications and listen passively for incoming connections, established by remote (malicious) clients. Server-side types of honeypots are considered to be by default, associated with the term 'honeypot' [2].

Client-side honeypots actively seek services with malicious behaviour of the server or the content it serves. The most popular honeypots of this type are those detecting attacks on web browsers and their plugins, propagated via web pages [2].

Other classification is based on the level of interaction between intruders and systems. These are low interaction, high interaction and medium interaction honeypots.

Low interaction honeypots are tools that work by emulating their resources—services (server-side honeypots) or client applications (client-side honeypots). Interaction with an attacker is depended by the accuracy of emulation [2]. These honeypots are easier to deploy, maintain, but could

provide only limited information. It is only the basic simulation of a machine, and it's certainly not in-depth enough to capture complex threats such as zero-day exploits.

High interaction honeypots are tools that provide real operating systems and resources, i.e they are not emulated. However, it is possible to use a virtual environment and it is in fact common practice. The main advantage of high interaction honeypots is real behaviour of the operating system and/or resources during the attack. This type of honeypot is able to detect zero-day attacks [0, 0].

Medium interaction honeypots begin to emulate collections of software to present a more convincing front to the attacker, but still shield the host operating system. They are designed to offer attackers more ability to interact than do low interaction honeypots but less functionality than high interaction ones.

There are as many honeypots as types of software running there are. The aim is to identify the more relevant ones for CyRADARS objectives.

We select based on a literature review the most popular honeypot tools that could allow us to obtain valuable data for the CyRADARS awareness system.

Cowrie [0]

Cowrie is a medium to high interaction SSH and Telnet honeypot designed to log brute force attacks and the shell interaction performed by the attacker. In medium interaction mode (shell) it emulates a UNIX system in Python, in high interaction mode (proxy) it functions as an SSH and telnet proxy to observe attacker behavior to another system. Cowrie's main features in emulated shell are:

- 1 Fake filesystem with the ability to add/remove files.
- 2 Possibility of adding fake file contents so the attacker can cat files such as /etc/passwd. Only minimal file contents are included.
- 3 Cowrie saves files downloaded with wget/curl or uploaded with SFTP and scp for later inspection.

Glastopf [0]

Glastopf is a Python web application honeypot. Main features of Glastopf are:

- 1 Vulnerability type emulation is implemented instead of vulnerability emulation. Once a vulnerability type is emulated, the honeypot can handle unknown attacks of the same type.
- 2 HPFeeds logging is supported for centralized data collection.
- 3 Remote File Inclusion via a build-in PHP sandbox, Local File Inclusion providing files from a virtual file system and HTML injection via POST requests.

Dionaea [0]

Dionaea is a low-interaction honeypot that captures attack payloads and malware. Dionaea is an open source software that embeds Python as a coding language with help of Libemu library which detects shellcodes and also supports the IPv6 standard and the TLS protocol.

Thug [0]

Thug is a client-side honeypot, i.e a tool designed to mimic the behavior of a user-driven network client application. Thug is a Python low-interaction honeypot aimed at mimicking the behavior of a web browser in order to detect and emulate malicious contents. It can be used to analyse links, determining whether they serve up malicious JavaScript, ActiveX or Flash components. It can download payload samples and integrates with VirusTotal to analyse what gets served [0].

SpamHAT [0]

SpamHAT is designed to catch and prevent spam from attacking any of email boxes. This is a low interaction honeypot, which emulates the SMTP service.

Modern Honey Network (MHN) [0]

MHN is a centralized server for management and data collection of honeypots. MHN allows to deploy sensors quickly and to collect data immediately, viewable from a neat web interface. The honeypot deploy scripts use several common honeypot technologies, including Snort, Cowrie, Dionaea, and Glastopf. MHN is a Flask application that exposes an HTTP API that honeypots can use to:

- 1 Download a deploy script
- 2 Connect and register
- 3 Download snort rules
- 4 Send intrusion detection logs.

The Honeypot mainly used to simulate a variety of services and holes, to induce the occurrence of various attacks, and study the intruders' behavior. The purpose of the honeypots is to collect intelligence, because of that, they could provide to the CyRADARS tools with data.

Literature

1 The CyRADARS web site <https://www.cyradars.net/>, last accessed 2020/05/20

2 Proactive detection of security incidents II – Honeypots, ENISA, 2012, <https://www.enisa.europa.eu/publications/proactive-detection-of-security-incidents-II-honeypots>, last accessed 2020/05/25

3 <https://github.com/cowrie/cowrie>, last accessed 2020/05/27

4 <https://www.guardicore.com/2019/1/high-interaction-honeypot-versus-low-interaction-honeypot/>, last accessed 2020/05/27

5 <https://github.com/mushorg/glastopf>, last accessed 2020/05/30

6 <https://github.com/buffer/thug>, last accessed 2020/05/31

7 <https://www.smokescreen.io/practical-honeypots-a-list-of-open-source-deception-tools-that-detect-threats-for-free>, last accessed 2020/05/31

8 <https://dionaea.readthedocs.io/en/latest/>, last accessed 2020/05/31

9 <https://github.com/pwnlandia/mhn>, last accessed 2020/05/31

10 <https://github.com/miguelraulb/spamhat>, last accessed 2020/05/31

BUILDING OF DIRECTED WEIGHTED NETWORKS OF TERMS FOR DECISION-MAKING SUPPORT DURING INFORMATION OPERATIONS RECOGNITION

D.V. Lande^{1,2}, O.O. Dmytrenko¹, O.V. Andriichuk^{1,2}, V.V. Tsyganok^{1,2}, Y.V. Porplenko¹

¹*Institute for Information Recording of National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

²*National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine*

The study is devoted to automated processing of documents of a subject domain for formation of text corpus, construction of directed weighted networks of terms and using of these networks for building of knowledge bases of decision support systems during information operations recognition [1].

For forming the text corpus, a tool for professionals in the field of information analysis and information warfare – the content monitoring system «InfoStream» [2] was used. As a result, 135 publications that thematically related to Brexit were downloaded. The computerized processing of text corpus such as the tokenization, lemmatization, stop-words removal, stemming process and terms weighting was made.

In this work, for building the undirected networks of terms the Horizontal Visibility Graph algorithm [3,4] is used.

A new approach for determining the directions and the weights of links in the network of terms that correspond to certain concepts of the considered subject domain is proposed. By its application, an ontological model of the subject domain related to the information operations recognition was built.

A new approach for building the knowledge bases of decision support systems during the information operations recognition using the directed weighted networks of terms of subject domain is proposed. Using it for building of knowledge bases allows saving time and financial resources by reducing the use of expert information and make it possible to detect gaps in the knowledge bases of decision support systems.

Literature

1. U.S. Department of Defense.: Information operations roadmap. Washington, D.C. GPO, (2003).
2. InfoStream, <http://infostream.ua/>, last accessed 2020/04/10.
3. Lacasa, L., Luque, B., Ballesteros, F., Luque, J., Nuno, J. C.: From time series to complex networks: The visibility graph. Proceedings of the National Academy of Sciences 105(13), pp. 4972-4975. (2008). doi: 10.1073/pnas.0709247105

4. Lande, D. V., Snarskii, A. A., Yagunova, E. V., & Pronoza, E. V.: The use of horizontal visibility graphs to identify the words that define the informational structure of a text. In: 2013 12th Mexican International Conference on Artificial Intelligence, pp. 209-215 (2013).

УДК 004.75

МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СТРУКТУР В ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЯХ

А.М.Хошаба, **В.В.Литвинов**, В.Ф.Гречанинов, К.С.Завертайло
Институт проблем математических машин и систем НАН Украины,

Черниговский национальный технологический университет

В настоящее время актуальными являются исследования методов обеспечения надежности использования и восстановления состояний информационных структур в облачных вычислениях. Во многих исследованиях надежность облачных вычислений связывают с такими важными характеристиками как производительность, доступность, надежность и безопасность для систем [1-4]. Методы обеспечения надежности использования информационных структур в облачных вычислениях составляют группу исследований отказоустойчивости систем. Среди основных ролей при использовании информационных структур в облачных вычислениях выделяют следующие [5]:

- поставщик облачных услуг (cloud provider);
- потребитель или пользователь облачных услуг (cloud consumer);
- посредник облачных услуг (cloud broker).

В ряде случаев, еще выделяют следующие роли:

- посредник между облачным провайдером и потребителям, предоставляющий услуги подключению и транспорту (cloud carrier);
- компания или физическое лицо, выполняющие независимую оценку облачных услуг (cloud auditor).

Поддержка методов обеспечения надежности использования информационных структур в облачных вычислениях осуществляется с помощью систем. Основными структурными компонентами систем обеспечения надежности облачных вычислений являются следующие модули: преобразования данных; проверки данных; принятия решений; оценки необходимости установки контрольной точки; восстановления состояний распределенной информационной структуры.

Методы обеспечения надежности использования информационных структур в облачных вычислениях заключаются в создании контрольных точек и операций по восстановлению состояний программных средств. Как правило, такие информационные структуры являются рас-

пределенными и используют несколько узлов. Поэтому, методы обеспечения надежности использования информационных структур в облачных вычислениях направлены на эффективное создание контрольных точек и операций по восстановлению состояний прикладных распределенных систем.

Вместе с тем, существуют проблемы, которые связаны с отказоустойчивостью облачных вычислений. При работе информационных структур с облачными технологиями наиболее уязвимыми являются процессы. Так как информационных структуры на основе облачных вычислений являются распределенными, то проблемы в основном происходят на уровне синхронизации.

К одному из действенных методов решения этой проблемы принадлежит поиск решений сохранения состояний процессов, находящихся на распределенных узлах с помощью контрольных точек. Данный метод позволяет довольно эффективно восстанавливать состояние процессов в случае возникновения отказов в облачных информационных структурах. Для этого необходимо чтобы процессы обменивались сообщениями между собой для контроля их состояний. В результате этого происходит согласованное сохранение состояния необходимых процессов.

Другой, нестандартный метод повышения отказоустойчивости облачных вычислений базируется на несогласованном сохранении состояний процессов. Данный метод заключается в том, что каждый процесс удаленного узла самостоятельно выполняет сохранение контрольных точек. Однако, в этом случае, возникают проблемы с синхронизацией, которая может приводить к потерям данным в базах данных, неправильном выполнении транзакций после отката в первоначальные состояния, снижение производительности при восстановлении состояний после сбоев. Не смотря на такие побочные действия, данный метод широко используется на крупных распределенных облачных платформах.

При использовании методов обеспечения надежности использования информационных структур в облачных вычислениях важной особенностью является порядок сохранения контрольных точек в рассмотренных методах заключается в последовательности действий и имеет определенный жизненный цикл реализации комплекса таких последовательных действий. Жизненный цикл определяет этапы сохранения контрольных точек где происходит выполнение проверки осуществляемых операций и принятие решения о необходимости создания такой точки. Такая последовательность действий выражена в некотором разветвленном алгоритме действий где задействованы ряд важных модулей системы (рис. 1).

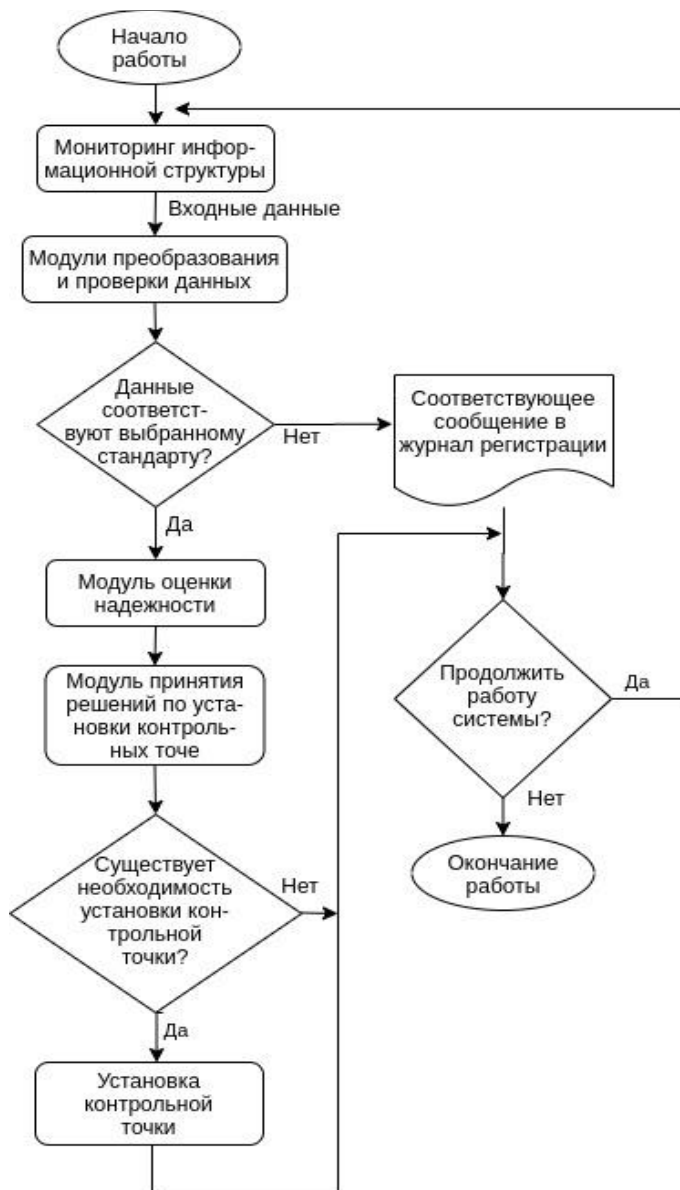


Рисунок 1. Алгоритм работы системы обеспечения надежности использования информационных структур в облачных вычислениях

Работа системы обеспечения надежности облачных вычислений (рис. 1) позволяет эффективно создавать контрольные точки, которые качественно восстанавливают заданные состояния распределенной информационной структуры. Для восстановления состояния распределен-

ной информационной структуры применяется откат к контрольной точке процесса на узле у которого возникли сбои. Вместе с тем, выполняется восстановление сообщений, которые были отправлены в период времени между отказом в узле распределенной информационной структурой и контрольной точкой. Это происходит с помощью ведения протоколов действий, которые хранятся в базах данных серверов. Таким образом, существует возможность восстановления процесса повторно с помощью генерации копий сообщений, которые отправлены до отказа удаленного узла распределенной структуры. Также, существуют различные механизмы управления системы обеспечения надежности облачных вычислений которые прописываются в конфигурационных файлах. Так, время окончания работы системы может соответствовать такому параметру как общая продолжительность мониторинга информационной структуры. Время начала работы системы может быть определено в планировщике используемой операционной системы.

Еще одним способом организации отказоустойчивой работы облачных вычислений является использование метода сохранения сообщений. Такой алгоритм организации отказоустойчивой работы облачных вычислений предполагает запись каждого сообщения в базу данных сервера асинхронно без остановки процесса выполнения операций. Такие записи могут выполняться централизованно (на сервере) или распределенно (на узлах), в зависимости от конфигурации (настроек) системы. Это позволяет восстанавливать систему после ошибок (или сбоев) без избыточного синхронного сохранения сообщений в базах данных.

Литература

1. Hacker, T.J.. (2010). Toward a reliable cloud computing service. 10.1201/EBK1439803158.
2. Patrascu, Alecsandru & Leordeanu, Catalin & Dobre, Ciprian & Cristea, Valentin. (2012). ReC2S: Reliable Cloud Computing System.
3. Fatemi Moghaddam, Faraz & Wieder, Philipp & Yahyapour, Ramin. (2017). Federated policy management engine for reliable cloud computing. 910-915. 10.1109/ICUFN.2017.7993931.
4. Vidosav, Majstorovic & Stojadinovic, Slavenko. (2020). Cloud Computing. 10.1201/9780429055621-5.
5. Fang Liu, Jin Tong, Jian Mao, Robert Bohn, John Messina, Lee Badger and Dawn Leaf. NIST Cloud Computing Reference Architecture. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology.

ЗАДАЧА СКЛАДАННЯ РОЗКЛАДУ МЕТОДОМ ПРОМЕНЕВОГО ПОШУКУ

Ібнухсейн І., Суворова В. Є.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

Робота присвячена розв'язуванню задачі складання розкладу методом променевого пошуку. Задача, що розглядається відноситься до класу NP-повних задач. Розглянуто підходи до розв'язання наведеного класу задач. Сформульовано постановку задачі. Проведено порівняльний аналіз алгоритму променевого пошуку з іншими алгоритмами. Розглянуто один з поширених методів дискретної оптимізації – метод гілок та меж. Наведено алгоритм розв'язання задачі цим методом. Описано метод променевого пошуку та розроблено алгоритм розв'язання задачі складання розкладу. Проведено дослідження ефективності розроблених алгоритмів.

Постановка задачі:

Потрібно обробити n заявок. Кожна заявка має декілька параметрів: фактичний час, що потрібен для обробки заявки p_j та бажаний час d_j , до якого ця заявка повинна бути оброблена (залежить від часу подання заявки). Також вказана цінність заявки (штраф за кожен годину затримки обробки заявки) w_j .

Нехай маємо:

$$T_j = \max(C_j - d_j; 0), \quad (1)$$

де $C_j = \sum_{i=1}^j p_i$, $j = \overline{1, n}$.

Тоді цільова функція задачі матиме наступний вигляд:

$$z = \sum_{j=1}^n T_j w_j \rightarrow \min. \quad (2)$$

Задача відноситься до класу NP-повних задач, отже можливі методи вирішення задач наступні:

- 1 метод гілок та меж;
- 2 метод променевого пошуку.

В основі методу гілок та меж [1] лежить ідея послідовного розбиття множини допустимих рішень. На кожному кроці методу елементи розбиття (підмножини) піддаються аналізу – містить дана підмножина оптимальне рішення чи ні. Якщо розглядається задача на мінімум, то перевірка здійснюється шляхом порівняння нижньої оцінки значення цільової функції на даній підмножині з верхньої оцінкою функціоналу. В якості оцінки зверху використовується значення цільової функції на деякому допустимому розв'язку.

Фільтрований променевий пошук [2] – це адаптація методу гілок і меж, в якому на будь-якому рівні оцінюються не всі вузли. Тільки найбільш перспективні вузли на рівні k вибираються як вузли для розгалуження. Решта вузлів на цьому рівні відкидаються назавжди. Кількість

вузлів, що залишилися, називається шириною променя. Процес оцінки, який визначає, які вузли є перспективними, є найважливішим елементом цього методу. Для всіх вузлів, згенерованих на рівні k , робиться грубе пророкування. На підставі результатів цих грубих прогнозів обирається кілька вузлів для більш ретельної оцінки, а інші вузли відкидаються назавжди. Кількість вузлів, обраних для більш ретельної оцінки, називають шириною фільтра. На підставі результатів більш ретельної оцінки вузлів, які проходять фільтр, підмножина цих вузлів (число, рівне ширині променя, яке не може бути більше ширини фільтра), вибирається з того місця, де генеруються додаткові гілки.

Кожен раз, коли вузол повинен пройти ретельну оцінку, все ще не заплановані роботи плануються відповідно зі складовим правилом диспетчеризації. Такий розклад все ще можна генерувати досить швидко, так як цей процес вимагає тільки сортування. Об'єктивне значення такого розкладу є показником перспективності цього вузла. Якщо задіяна дуже велика кількість робіт, вузли можуть бути відфільтровані шляхом вивчення часткового розкладу, який генерується шляхом планування тільки підмножини робіт, що залишилися за правилом диспетчеризації. Цей розширений частковий розклад може бути оцінений, і на основі його значення вузол може бути відкинтий або збережений. Якщо вузол зберігається, його можна проаналізувати ретельніше, запланувавши решту роботи з використанням складеного правила диспетчеризації. Значення цільової функції цього розкладу представляє верхню межу кращого розкладу серед нащадків цього вузла.

Оскільки метод гілок та меж є дуже затратним, важливо мати евристику, яка забезпечує досить гарний графік з прийнятними обчислювальними затратами. Деякі евристики спадають відразу на думку: правило WSPT та MS. Природно шукати евристичне або пріоритетне правило, яке поєднує в собі характеристики цих правил. Евристика ATC (Apparent Tardiness Cost) – це складене правило диспетчеризації, яке поєднує правило WSPT і правило MS [3]. За правилом MS обчислюється слабкість роботи j в момент часу t , тобто $\max(d_j - p_j - t; 0)$, і обирається робота з мінімальним показником. WSPT правило описується так:

$$\frac{w_j}{p_j} < \frac{w_k}{p_k} \quad (3)$$

Кожен раз, коли машина стає вільною, для кожної роботи, що залишилась, обчислюється індекс ранжирування. Потім обирається робота з індексом найвищого рейтингу для подальшої обробки. Цей індекс ранжування є функцією часу t , при якому машина стала вільною, а також від p_j , w_j та d_j робіт, що залишилися. Індекс визначається як:

$$I_j(x) = \frac{w_j}{p_j} e^{-\frac{\max(d_j - p_j - t; 0)}{K\bar{p}}} \quad (4)$$

де K – параметр масштабування, який можна визначити емпірично; \bar{p} – середнє значення часу обробки робіт, що залишилися.

Якщо K є дуже великим, то правило АТС зводиться до правила WSPT. Якщо K є дуже малим, правило зводиться до правила MS, коли немає прострочених завдань і до правила WSPT для прострочених завдань в іншому випадку. Для розрахунку K нам потрібне значення коефіцієнту R , що визначається як:

$$R = \frac{d_{max} - d_{min}}{c_{max}} \quad (5)$$

Тоді:

Якщо $R \leq 0,5$, то $K = 4,5 + R$;

якщо $R \geq 0,5$, то $K = 6 - 2R$.

Метод гілок та меж є точним алгоритмом, бо він перебирає всі можливі варіанти розв'язків, відкидаючи якість множини розв'язків лише коли вони точно вже є гіршими за рекорд. Променевий алгоритм не гарантує точність розв'язку, але працює набагато швидше. У зв'язку з цим ми можемо дослідити точність роботи алгоритму променевого пошуку, порівнюючи його результати з результатом роботи методу гілок та меж.

Згенерувавши велику кількість ІЗ, та порівнявши результати робіт двох алгоритмів, ми побачили, що розв'язок алгоритмом променевого пошуку співпадає з розв'язком алгоритмом Гілок та меж близько на 95%. А у великій кількості випадків навіть і у 100% випадках.

Отже, алгоритм променевого пошуку, не дивлячись на такий великий відрив за показником часу роботи, дає у більшості випадків розв'язок оптимальний або дуже близький до оптимального.

Час роботи алгоритму гілок та меж зростає дуже швидко. А час для алгоритму променевого пошуку змінюється прямопропорційно до розмірності задачі.

Результати експериментів для цих алгоритмів лише підтвердили теоретичні очікування – метод Променевого пошуку у порівнянні з методом гілок та меж працює надзвичайно швидко та, водночас, дає дуже близькі до оптимальних розв'язки. З огляду на це, можна зробити висновки, що при необхідності вирішення задачі теорії розкладів є сенс обрати Променевий пошук як алгоритм розв'язання, якщо ми можемо дозволити собі похибку в розв'язку $\sim 5\%$. Ця похибка є цілком прийнятною для задачі створення розкладу прослуховувань хору.

У випадку, коли розв'язок повинен бути абсолютно точним, алгоритм Променевого пошуку не дає гарантію точності, і потрібно буде використовувати метод гілок та меж. Але він є надзвичайно повільним, тому цей варіант теж не є оптимальним і є сенс спробувати у майбутньому покращити цей алгоритм не втрачаючи точності розв'язання.

Список посилань

1 Dakin R. J. A tree-search algorithm for mixed integer programming problems / Dakin. // The Computer Journal. – 1965. – №8. – С. 250—255.

2 Pinedo M. L. Scheduling Theory, Algorithms, and Systems / Michael L. Pinedo., 2008. – (3rd edition).

3 Brucker P. Scheduling Algorithms / Brucker., 2006.

DEVELOPMENT OF SARAWAK ENCRYPTION STANDARD TO SECURE SARAWAK DIGITAL ECONOMY INFRASTRUCTURE AND ENABLE UBIQUITOUS DEPLOYMENT OF IOT DEVICES AND SOLUTIONS

Bakri Madon, Gary Loh Chee Wyai, A.V.Jurchenko*

*University College of Technology Sarawak, *Incyber Technology Sdn Bhd (Malaysia)*

Y.M.Tkach, M.E.Shelest

National University "Chernihiv Polytechnic" (Ukraine)

Abstract

Security is widely viewed as the greatest stumbling block towards ubiquitous application of the Internet-of-Things (IoT) concept. Data security and privacy is no longer an after-thought and is now considered as an integral part of today's digital infrastructure. Often security strengths and processing speeds are trade-offs. However, in many of the new emerging digital applications, especially those that are mission-critical in nature, both high security and extreme performance are of paramount importance. A key component of any cybersecurity systems is the key underlying encryption algorithm which is used to secure networks and communications as well as data transmission and storage. This project proposes a novel proprietary encryption algorithm that can match the security levels of de-facto industry standard cryptography systems but with a higher throughput rate, suitably applied as a solution for many IoT cyber security requirements, and ideal as a hardware and software implementation.

Introduction

A Digital Sarawak future will witness a pervasively mobile and cloud-driven interconnected digital world, where myriads classes of intelligent devices, each with their own set of sensors and networking capability are applied in new uncharted fields like smart cities, smart electricity grids, transportation, logistics, retail, healthcare and agriculture. In many of these areas and as our personal life and work gets more intertwined with digital technology, the ethical, moral and responsible use of such powerful tools poses many questions on security, safety and data privacy.

In fact today, security challenge is often a major stumbling block towards full-scale deployment of innovative IoT solutions and the introduction of new classes of powerful mobile devices. For example, security issues have restricted the ubiquitous deployment of UAVs (Unmanned Aerial Vehicles) or drones in many potential industries like agriculture, logistics, surveillance, etc. Often security strengths and processing speeds are trade-offs. However, since several of the emerging applications are mission-critical in nature, such as Digital Healthcare, Autonomous Electric Vehicles (EVs) and UAVs, both high security and extreme performance (low latency) are critically needed. A key component of any cybersecurity systems is the key underlying encryption

algorithm which is used to secure networks as well as to protect data transmission and storage.

Currently, most encryption technologies and products are developed by advanced countries like US, UK, EU, China, Russia, Israel, etc., from which Malaysia are still heavily dependent upon. Though difficult to prove, backdoors or Trojan Horses cannot be discounted from being built into these products (from the chip level to the application layer) that can potentially compromise the national security of our digital networks and devices. It is therefore of strategic interest that we take security fully into our own hands in the long term.

This project proposes to develop a proprietary high-speed Sarawak Encryption Standard (SES) algorithm that can operate within industry standard networks and operating systems to secure and protect the privacy of intra-government and commercial digital transactions and data. Both SES encryption software and hardware implementation will be developed to meet different cost-performance targets of the various market and application sectors.

Literature review

At the heart and core of every digital cybersecurity systems is the data encryption algorithm. In commercial and government sectors, there are several so-called de facto industry encryption standards that are used worldwide, namely the AES, RSA and Blowfish algorithms.

Given sufficient computing resources and time, these systems (especially encryption software) are not impossible to hack by sheer brute force as proven in several high-profile cases reported globally in recent years. The advent of Quantum computers with its ability to perform brute force attacks in a fairly short amount of time will pose serious fundamental challenges to today's encryption algorithms and technologies if no further development is made. On the other hand, encryption strength and processing speed often need to be traded-off against each other which makes real-time encryption on VOIP communications, for example difficult and challenging.

In a series of works by Belgian cryptographers (namely, J. Daemen, who developed the famous block cipher AES), a so-called Permutation-Based Crypto (PBC) platform has been proposed as a promising cryptography platform to meet the future needs and challenges of today's and future digital systems. PBC solutions are based on only one cryptographic primitive: a fixed substitution F of sufficiently large (by cryptographic measures) dimension n . This substitution is commonly called a sponge-function. Known examples of sponge-function are: Keccak- F ($n=1600$, used in SH3), Bash- F ($n=1536$, RP), Gimli ($n=384$, independent cryptographers), etc.

Usually sponge-functions are built using bit slice cryptographic techniques, without S-blocks, and without adding numbers. Only logical operations (OR, AND, XOR) and cyclic shifts are employed. This allows us to achieve high data conversion rates on popular and low-cost hardware platforms, especially on FPGA chips. This will enable a super-fast file hashing function on cloud servers, real-time Blockchain processing and an

IP-encoder capable of protecting high-speed communication channels (several tens of Gb/sec).

Methodology

To meet the high encryption strengths and performance throughput of emerging mission-critical applications such as Digital Healthcare, Autonomous EVs, UAVs, etc., a sponge-based function algorithm has been proposed as the basis for SES. The developed algorithms and protocols are seen to be most suitable to realize different degrees of protection for high-speed communication channels. Already, there is a need for IP encryption solutions that can support up to 100 Gb/s data rates. There is reason to believe that the developed algorithms and protocols will achieve the desired speed on affordable hardware platforms.

Assuming a reliable and efficient sponge function is optimally designed, it is possible to construct a range of basic cryptographic functions such as hashing, tree hashing, encryption, generation of pseudo-random numbers, imitation protection (message authentication), etc. Using classical cryptography terminology, these algorithms are usage modes (modes of operation) for the underlying sponge function.

Having fixed the various algorithms modes, an optimum construction of cryptographic protocols and data structures can be readily performed. For example, protocols for bidirectional interaction pairs subscribers with multiple concurrent cryptogram or Merkle trees, which are widely used in cryptocurrencies and EDS systems can be reliably protected from attacks by Quantum computers (Quantum-proof) using the sponge function-based algorithm.

Findings

The newly-developed algorithms were implemented on the Xilinx FPGA platform, specifically on the Xilinx Artix 200T devices and developed using ISE 14.4 and Vivado 2015.1 development tools. A comparison was carried out (refer to Table 1) according to the following metrics: the number of used logical blocks LUT, registers REG, memory modules BRAM, the theoretically maximum possible clock frequency of the algorithm F, indirectly, the length of the critical path or the maximum number of combinational logic within one measure T and performance P.

Table 1

Algo- rithm	L		R		F, MHz	T	P, Mb/s
	UT	EG	RAM	RAM			
<i>BELT</i>	7 413	3 780	0/8	13 4	13 4	$N*37+128, s_b$ =512	1494
<i>AES</i>	7 960	5 513	0/8	15 7	15 7	$N*37+128, s_b$ =768	1219
<i>SES</i>	6 118	5 680	0/8	20 2	20 2	$N*37+128, s_b$ =1024	2146

Discussions and conclusions

Based on the state-of-the-art technology and literature review, taking into account the emerging security challenges of future digital systems, a modern sponge function-based encryption algorithm that can potentially be applied

for a wide range of solutions has been developed and implemented in FPGA hardware devices.

Initial results have demonstrated that the SES algorithm can match the security strengths of industry standard encryptions but with a throughput performance that is orders of magnitude faster. It also provides a fair degree of flexibility for the realization of a range of cryptographic tasks, basically built on a single sponge-function. Its versatility and ability to be used in different contexts, produces, among other things, in the most compact hardware and software implementations.

Further work will be conducted to explore its applications in Blockchain-based systems. Experienced ethical hackers and global cybersecurity certification bodies will be invited to evaluate and test the strength of SES before it can be deployed for commercial use.

Acknowledgement

This report is produced based on the research work funded by the Sarawak Multimedia Authority (SMA) and jointly conducted by University College of Technology Sarawak (UCTS) and Incyber Technology Sdn Bhd from Malaysia and in close consultation with research teams from Ukraine and Belarus. The authors and researchers would like to express their sincere appreciation to SMA for supporting this project.

Literature

1. Agievich S., Marchuk V., Maslau A., Semenov V (2016). Bash-f: another LRX sponge function. *Proceedings of the 5th Workshop on Current Trends in Cryptology*, Russia (pp. 184–205).
2. Bellare M., Namprempre Ch. (2000). Authenticated Encryption: Relations among notions and analysis of the generic composition paradigm. *ASIACRYPT, LNCS* (pp. 531–545).
3. Bertoni G., Daemen J., Peeters M., Van Assche G. (2011). Cryptographic sponge functions, Retrieved from <http://sponge.noekeon.org/CSF-0.1.pdf>.

УДК 004.054

МЕТОДЫ ПРИОРИТЕЗАЦИИ ЗАДАЧ В ГИБКИХ МЕТОДОЛОГИЯХ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

И.В. Богдан, А.А. Задорожний

Национальный университет «Черниговская политехника»

Гибкие методологии разработки программного обеспечения, такие как Scrum, Kanban и другие на данный момент являются одними из самых популярных методологий при разработке программного обеспечения [1].

На данный момент существует множество различных методов и подходов к приоритезации задач, которые используются отдельно или в

комплексе. Практически все из них относятся к одной из двух возможных категорий:

1 методы, основанные на использовании входных данных изнутри команды разработчиков или данных, полученных от заказчика.

2 методы, основанные на использовании количественной оценки (экспертное мнение, метрики, классификации и т.д.).

К методам, основанным на использовании входных данных, относятся методы MoSCoW, User story mapping и метод проактивного совершенствования Джиро Кавакита. Метод MoSCoW (Must have, Should have, Could have, Won't have) [2] принадлежит к методам, основанным на использовании данных, получаемых исключительно от членов команды исполнителей проекта или (и) заказчика. В методе User story mapping [3] изначально формируется представление о потенциальном пользователе создаваемого программного обеспечения, а также о тех действиях, которые он сможет выполнять над ним. Эти действия составляют так называемый хребет карты историй. В том случае, если приоритизацию задач в рамках спринта выполняют только члены команды разработчиков, возможно также применение метода Джиро Кавакита под названием проактивное совершенствование [4]. Для использования данного метода необходимо наличие двухцветных стикеров, а также одного большого помещения со свободными стенами.

К методам, основанным на количественной оценке, относятся модель Кано, метод, основанный на построении оценочных листов, метод, предложенный Карлом Вигерсом и метод структурирования функции качества Йоджи Акао Quality Function Deployment (QFD).

Модель Кано была разработана в 80-х годах профессором Нориаки Кано и суть ее состоит в анализе удовлетворённости пользователей продуктом. Согласно данному подходу все функции программного продукта можно разбить на пять основных групп: базовые или же ожидаемые, основные или же желаемые, восхищающие или же воздействующие, нейтральные и нежелательные.

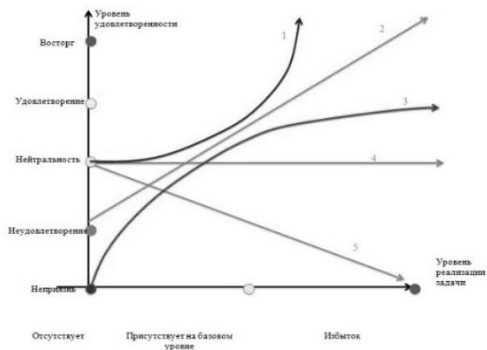


Рисунок 1 – Модель Кано

К базовым функциям принадлежат те, которые должны присутствовать в программном обеспечении обязательно, то есть их наличие подразумевается как само собой разумеющееся (цифра 3 на рисунке 1). Основными функциями являются те функции, которые на прямую влияют на удовлетворенность пользователя (цифра 2 на рисунке 1). К восхищающим функциям относятся те, которые являются неожиданными для пользователя, такие как неожиданные дополнительные функциональные возможности (цифра 1 на рисунке 1). К нейтральным функциям принадлежат те функции, наличие или отсутствие которых в программном продукте никак не влияет на удовлетворенность пользователей (цифра 4 на рисунке 1). Нежелательными же являются функции, наличие которых в программном обеспечении отрицательно сказывается на удовлетворенности пользователей (цифра 5 на рисунке 1).

Метод, основанный на построении оценочных листов [6]. состоит в приоритизации задач, подлежащих реализации, путем согласования набора критериев оценки со всеми заинтересованными лицами. Согласно данному методу изначально определяются от пяти до девяти критериев, которые помогут выяснить, какие задачи являются важными для реализации в текущем спринте. Затем выбирается задача, которая вероятнее всего будет реализована в рамках данного спринта и которая является максимально понятной для всех членов команды. Данная задача считается базовой и все рассматриваемые задачи будут оцениваться по каждому выбранному критерию относительно данной задачи.

В результате строится таблица (таблица 1), где по вертикали указываются критерии, а по горизонтали – задачи.

Таблица 1 – Оценочный лист

Критерий	Вес	Задача 1	Задача 2 (Базовая)	Задача 3	Задача 4
Критерий 1	50%	1	0	-1	1
Критерий 2	30%	0	0	0	1
Критерий 3	20%	0	0	1	0
Критерий 4	10%	1	0	1	1
Сумма баллов		0,6	0	-0,2	0,9
Приоритет		2	3	4	1

Метод, предложенный Карлом Вигерсом, позволяет оценить относительные приоритеты для набора функций [7]. Согласно данному методу привлекательность функции прямо пропорциональна ее полезному действию и обратно пропорциональна стоимости и риску, связанному с ее реализацией. Для реализации данного метода необходимо, прежде всего, определить функции, которыми обязательно должно обладать со-

здаваемое программное обеспечение. Далее заказчику или его представителю следует по шкале от 1 до 9 определить относительную выгоду, которую ему даст реализация каждой указанной функции.

Еще одним методом количественной оценки является метод структурирования функции качества Йоджи Акао Quality Function Deployment (QFD) [8], который позволяет сопоставить пожелания заказчика с имеющимися аналогичными продуктами и рассмотреть функции создаваемого программного обеспечения, как с точки зрения заказчика, так и с точки зрения потенциального пользователя. Суть данного метода состоит в построении таблицы специального вида, которая благодаря своей форме получила название «дома качества» (Quality House). Изначально от потенциальных пользователей создаваемого программного продукта получают информацию о том, какие их требования к программе. Далее для каждого из требований пользователя им же устанавливается приоритет. На следующем этапе команда разработчиков формулирует функциональные характеристики продукта, после чего эти характеристики вместе с требованиями пользователей заносятся в центральную часть таблицы: по столбцам указываются функциональные характеристики, а по строкам – пользовательские. «Крыша дома качества» представляет собой корреляционную матрицу, в которой указывается связь между пользовательскими требованиями и функциональными характеристиками: если они противоречат друг другу, то соответствующая ячейка помечается знаком «-», если же не противоречат – «+».

На данный момент существует большое количество различных методов приоритизации, часть из которых учитывает мнение команды разработчиков, другая часть – различные количественные показатели. Использование этих методов по отдельности или в комплексе поможет быстро и эффективно решить вопрос, связанный с установлением последовательности реализации задач, подлежащих разработке.

Литература

- 1 Книберг Х., Скарин. М. Scrum и Kanban: выжимаем максимум. С4Media, Издательство InfoQ.com, 2010. 78 с.
- 2 Приоритизация MoSCoW. URL: <https://myalm.ru/news/Приоритизация-MoSCoW> (дата обращения 08.05.2019).
- 3 Jeff Patton, Peter Economy. User Story Mapping: Discover the whole story, build the right product. O'Reilly Media, Inc., 2014. 277 p.
- 4 Мартин Б., Ханнингтон Б. Универсальные методы дизайна. СПб.: Питер, 2014. 208 с.
- 5 Kano N., Seraku N., Takahashi F., Tsuji S. Attractive Quality and Must-be Quality. The Journal of the Japanese Society for Quality Control, 1984. 14 (2). p. 147-156.
- 6 Theme scoring. URL: <https://www.mountaingoatsoftware.com/tools/theme-scoring> (дата обращения 08.05.2019).

7 Карл Вигерс. Разработка требований к программному обеспечению. Пер. с англ. М.: Издательско-торговый дом "Русская редакция", 2004. с. 275-280.

8 Ryan, N. Methods and QFD. Hows and Whys for Management. Dearborn, Michigan: ASI Press, 1988. 80 p.

UDC 004.8.032.26; 57.089

NEURAL NETWORK TECHNOLOGY OF RECOGNITION OF HACKER APPLICATIONS FOR TRAFFIC INTERCEPTION AND ANALYSIS

Alyoshin S., Haitan O.

National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Poltava, Ukraine

The paper describes possibility and feasibility of use of intelligent technologies in the basis of artificial neural networks for automatic recognition of hacker applications for traffic interception and analysis. These intelligent technologies will significantly reduce the time for decision making after fixing the unauthorized entry into the user net and take protection measures in time.

The process of active actions of unauthorized entry into the user net and traffic analysis by an outsider is accompanied, as a rule, by a set of certain attributes [1, 2]. These attributes can be quickly fixed and submitted by the user to the input of a neural network, previously trained on a sample with relevant attributes. In this case, it would be useful to apply the neural network module of technical data analysis package, for example, Statistica10.ru.

The features of traffic interception are known. These are the main ones: browser reconfiguration, not motivated activity of the traffic indicator in the system, large amount of spam, system slowdown, unwanted redirection, annoying banners, unwanted pop-ups, unknown numbers of special telephone lines, someone else's data in the Favorites folder, additional toolbars in a browser, etc.

With such initial data, modern software platforms (Matlab, Statistica, etc.) allow to design quickly a neural network environment, implement a wide class of neural network architectures of various complexity and the rules for modifying of weight coefficients in the training process [3].

Then the problem of the traffic intrusion fixing is reduced to solving the primal problem of class recognition, the formalization of which can be represented as follows:

$$|Y(t)| = F |X(t)|, \quad (1)$$

where $Y(t)$ is the class number of the network state (intrusion or its absence);

$X(t)$ is vector of the current values of the input factors (features of behavior) in a numerical or nominal format;

F is functional for converting of an input factors array into a class number.

In general case, the input factors and the number of classes are vector values.

It is proposed to use a trained artificial neural network with back error propagation as a tool for automatic state recognition [6] and basic for classification (1).

The construction of a mathematical model of the internal structure of network status indicators based on the input set of factor signs is reduced to the mapping of the factor space to the state space with a given reliability and accuracy:

$$F: X \rightarrow Y_{opt}, X \subset \mathfrak{R}^m, Y_{opt} \subset \mathfrak{R}, \quad (2)$$

where X is vector of signs-factors of network status;

Y_{opt} is output value of network status class.

An array of network factors $X^n = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} \subset X$ together with two classes of network status allows implementing the well-known pattern recognition rule [6]:

$$\omega_g \in \Omega_k, \text{ if } L(\omega, \{\omega_g\}) = \sup_i L(\omega, \{\omega_g\}), \quad (3)$$

$$L(\omega, \{\omega_g\}) \rightarrow \omega_g \in \Omega_k,$$

where $L(\omega, \{\omega_g\})$ is a rule according to which network status ω_g shall be assigned to the relevant class;

$\{\omega\}$ is a network state (1 or 2) in the attribute space (k, l) at all their possible combinations $(\omega_{pk}, \omega_{gl})$.

Mathematical and algorithmic procedures for constructing an adequate model of the current network state with compulsory training of models on the basis of the formed precedents and its testing by the method of synthesis of neural networks with a given performance are presented [7].

Instrumentally, these problems are solved in the paradigm of existing gradient methods of back error propagation of [7]. The adequacy of the neural network models is determined by productivity, training errors on control and test sets during training on a representative sample of examples. It allows us to confirm the consistency of decisions based on simulation results [1,6,7].

Therefore, it was formulated and solved the problem of automatic recognition of hacker applications for traffic interception and analysis based on the use of intelligent technologies in the basis of artificial neural networks in the environment of neuroemulator packages. It allows reducing the for decision making after fixing the moment of unauthorized penetration into the user's network and reducing the material resource for implementing this process.

Literature

1. Алёшин С.П. Нейросетевой базис поддержки решений в пространстве факторов и состояний высокой размерности. – Полтава: Изд. «Скайтек», 2013. – 208 с.
2. Алёшин С.П., Бородина Е.А. Нейросетевой контроллинг динамики процессов как пространства состояний высокой размерности // Вестник РГУПС. – 2013. – № 4. – С.35 – 42.
3. Хайкин С.М. Нейронные сети: Полный курс. 2-е издание. – М.: Вильямс, 2006. – 1104 с.
4. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. 2-е изд. – М.: Наука, 1978. – 400 с.
5. Галушкин А.И. Нейрокомпьютеры и их применение на рубеже тысячелетий в Китае. Т.1 и 2. М., 2004. – 367+464 с.

УДК 519.718

АТРИБУТЫ И МЕТРИКИ ГАРАНТОСПОСОБНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

П.Д.Сеспедес Гарсия, Н.В. Сеспедес Гарсия

Институт проблем математических машин и систем НАН Украины

С увеличением сложности компьютерных систем (КС) повышаются требования к качеству и безопасности программного обеспечения (ПО). В КС критического назначения применение некачественного ПО может привести к большим материальным или даже человеческим потерям. Поэтому к таким системам предъявляются особые – повышенные требования, требования гарантоспособности, большинство из которых обязательны к исполнению.

Гарнтоспособное программное обеспечение (ГПО) – безотказное и безопасное ПО с гарантировано достоверным функционированием. По аналогии с атрибутивной моделью гарантоспособности КС (АМГ) [1], сформулируем атрибутивную модель гарантоспособности ПО (АМГПО), в основе которой положены требования (атрибуты) к ПО общего назначения (ISO/IEC 9126 [2]), расширенные специальными атрибутами, которым должно соответствовать ПО КС критического назначения. Сегодня трудно найти отрасль народного хозяйства, где бы не требовалось гарантоспособное ПО (ГПО) – энергетика, авиастроение и космонавтика, транспорт, медицина, экономика, промышленность и т.д. В каждой из перечисленных отраслей разработаны свои отраслевые стандарты по созданию безопасного ПО, на которые позволяют расширять и уточнять предлагаемую АМГПО и надо ориентироваться при определении атрибутов, метрик, критериев оценки ПО [3-9].

Атрибуты гарантоспособного программного обеспечения:

1 функциональность;

- 2 безотказность;
- 3 удобство использования;
- 4 эффективность;
- 5 сопровождаемость;
- 6 портативность;
- 7 избыточность;
- 8 самоконтроль.

1. Функциональность – соответствие функциональных возможностей ПО требованиям спецификации. Метрики функциональности:

- 1 функциональная полнота;
- 2 точность;
- 3 способность к взаимодействию;
- 4 согласованность;
- 5 интегрируемость.

2. Безотказность – способность ПО сохранять работоспособность функционирования в установленных условиях за определенный период времени. Метрики безотказности:

- 1 завершенность;
- 2 восстанавливаемость;
- 4 устойчивость к отказам;
- 5 устойчивость к аномалиям;
- 6 точность;
- 7 реактивность.

3. Удобство использования (практичность) – способность ПО соответствовать индивидуальным требованиям исполнения. Метрики удобства использования:

- 1 осваиваемость;
- 2 индивидуализация;
- 3 простота подготовки к работе;
- 4 простота использования - удобство пользовательского интерфейса;
- 5 анализируемость результатов.

4. Эффективность – способность ПО сохранять работоспособность функционирования при заданных ресурсах и в установленных условиях. Метрики эффективности:

- 1 занятость ресурсов;
- 2 используемость ресурсов.

5. Сопровождаемость (обслуживаемость) – способность ПО подлежать проведению конкретных изменений (проверки, модификаций и т.д.). Метрики сопровождаемости:

- 1 поддерживаемость (стабильность);
- 2 анализируемость;
- 3 изменяемость;
- 4 контролепригодность;
- 5 тестируемость;
- 6 обновляемость.

6. Портативность - способность ПО быть перенесенным из одного технического средства в другое. Метрики портативности:

- 1 адаптивность;
- 2 удобство установки;
- 3 заменяемость;
- 4 совместимость.

7. Избыточность – способность ПО поддерживать работоспособность функционирования двумя и более методами (способами). Метрики избыточности:

- 1 временная избыточность;
- 2 информационная избыточность;
- 3 структурная избыточность (многоверсионность, n-версионность) с контролем совпадения (проверки) результатов).

8. Самоконтроль – способность анализировать функционирование ПО на всех этапах использования по назначению средствами внутреннего контроля. Метрики самоконтроля:

- 1 самовостанавливаемость;
- 2 самопроверяемость;
- 3 предупреждаемость ошибок;
- 4 устойчивость к ошибкам;
- 5 робастность;
- 6 самоприспосабливаемость.

АМГПО важна в первую очередь на этапе проектирования ПО, когда актуален выбор наиболее оптимального варианта исполнения ПО. АМГПО позволит в дальнейшем получить количественную оценку уровня гарантоспособности ПО, удобную для выбора наиболее качественного варианта исполнения ПО.

Литература

1. А.В. Федухин, Н.В. Сеспедес Гарсия Атрибуты и метрики гарантоспособных компьютерных систем // Математичні машини і системи. - 2013. - № 2. – С. 195-201.

2. ISO/IEC 9126. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/ISO/IEC_9126 .

3. Требования к программному обеспечению бортовой аппаратуры и систем при сертификации авиационной техники. URL: <http://kaf401.rloc.ru/TRPO/KT-178B.pdf> .

4. ГОСТ Р ИСО 26262-1-2014 Дорожные транспортные средства. Функциональная безопасность. Часть 1. Термины и определения. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200112783>.

5. ГОСТ Р МЭК 62304-2013 Изделия медицинские. Программное обеспечение. Процессы жизненного цикла. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200107111> .

6. EN 50128 "Railway applications - Communication, signalling and processing systems" / IEC 62279. URL: https://www.verifysoft.com/en_EN_50128_Software_for_Railway_Control_and_Protection_Systems.html .

7. ГОСТ Р МЭК 61508-3-2012 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 3. Требования к программному обеспечению. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200100350> .

8. ГОСТ Р МЭК 60880-2010. Атомные электростанции. Системы контроля и управления, важные для безопасности. Программное обеспечение компьютерных систем, выполняющих функции категории А. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-mek-60880-2010> .

9. ГОСТ Р 51904-2002 Программное обеспечение встроенных систем. Общие требования к разработке и документированию. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200030195> .

УДК 004.89

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ АГЕНТИ МОНІТОРИНГОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Голуб С.В., Куницька С.Ю.

Черкаський державний технологічний університет

Моніторингові інформаційні системи (МІС) є програмною реалізацією інформаційної технології багаторівневого інтелектуального моніторингу [1] в заданій предметній області. Використання агентного підходу до реалізації процесів обробки та аналізу результатів спостережень дозволяє розробити нові принципи побудови МІС [2].

МІС поєднує засоби збирання, транспортування, збереження, обробки, аналізу та перетворення результатів спостережень з метою забезпечити інформацією і знаннями процеси прийняття рішень. Використання агентних підходів до реалізації МІС дозволяє значно розширити їх можливості та підвищити ефективність моніторингу. вимагає нових принципів побудови

Агенти-перетворювачі даних (АПД) виконують одну із основних функцій МІС – обробку і аналіз результатів спостережень та формування висновків за результатами моніторингу. Вони різняться за індивідуальністю завдань, структурою, методами синтезу моделей, алгоритмами функціонування. АПД взаємодіють із базою даних результатів спостережень, які виконують функцію первинного опису об'єктів дослідження, та із іншими елементами МІС для самостійного виконання одного із завдань моніторингу. Кількість АП, які поєднує МІС, залежить від глобальної мети системи – комплексу задач моніторингу, погоджені із замовником.

АПД класифікуються як інтелектуальні агенти, оскільки містять бази модельних знань, використовують їх для інтелектуального аналізу результатів спостережень (ІАРС), і формують висновки за результатами ІАРС [3]. В залежності від своєї локальної мети та від властивостей масиву результатів спостережень кожен із агентів формує перелік завдань

із перетворення даних, синтезує моделі об'єктів моніторингу та використовує їх в якості алгоритмів перетворення інформації при побудові власних баз модельних знань. При цьому застосовується інтелектуальна процедура кластеризації масивів вхідних даних, адаптивного вибору вже існуючого або конструювання нового алгоритму синтезу моделі, оцінки та перетворення результатів моделювання, реалізуються зовнішні комунікації із іншими елементами МІС.

Індивідуальні завдання АПД зведені до типових задач інтелектуального аналізу даних – групування, ідентифікація, прогнозування, оптимізація та інші. В залежності від індивідуального завдання використовуються ті чи інші методи побудови алгоритмів синтезу моделей, процедури оцінки інформативності ознак, побудови масиву вхідних даних, формування висновків за результатами ІАРС оптимізація структури агента.

На відміну від існуючих моніторингових систем, які використовують інтелектуальні агенти, МІС забезпечує умови для утворення агентних функціоналів – синергетичного поєднання агентів, зокрема АПД, з метою підвищення ефективності моніторингу – збільшення кількості виконуваних завдань, покращення характеристик результатів моделювання та підвищення ефективності прийнятих рішень без збільшення кількості витрачених ресурсів.

Було проведено серію експериментів із побудовою МІС на основі мультиагентних структур для виконання завдань інтелектуального моніторингу. Практично підтверджено у порівнянні із традиційною інформаційною системою багаторівневого моніторингу [1] підвищення ефективності виконання завдань класифікації станів хворих за допомогою МІС [4]. Успішно виконані завдання інтелектуального моніторингу текстових повідомлень [5], визначення подібних історичних періодів у кліометрії [6], екологічного моніторингу природного парку «Вижницький» [7].

Таким чином використання агентного підходу при побудові моніторингових інформаційних систем є основою для нової методології створення інформаційних технологій інтелектуального моніторингу. Процеси прийняття рішення забезпечуються не тільки інформацією про властивості окремих об'єктів моніторингу, але і можливостями для прорахунку напрямів розвитку ситуації вцілому.

Література

1 Голуб С.В. Багаторівневе моделювання в технологіях моніторингу оточуючого середовища. Черкаси: Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2007. – 220 с.

2 Holub S., Kunytska S. The concept of multi-agent intellectual monitoring systems. Projekt interdyscyplinary projektem XXI wieku - Tom 2. Processing, transmission and security of information. Monographia: Wydawnictwo naukowe Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej. – 2019. – S. 183-188.

3 Kunytska S., Holub S. Multi-agent Monitoring Information Systems. In: Palagin A., Anisimov A., Morozov A., Shkarlet S. (eds) Mathematical Modeling and Simulation of Systems. MODS 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1019. pp 164-171. Springer, Cham.

4 Дорофеев А.Е., Голуб С.В., Ананьїн О.Е., Диня Ю.З. Моделювання взаємозв'язків біологічних маркерів при оцінці активності неспецифічного виразкового коліту. Східноєвропейський журнал внутрішньої та сімейної медицини. 2019. № 1. С. 129-133.

5 Голуб С.В., Мартинова Г.І., Голуб М.С. Моделювання діалектного тексту в технології багаторівневого інформаційного моніторингу. Математичні машини і системи. – 2016. – № 4. – С. 76-83.

6 Khyomytsia N.O., Holub S.V. Intellectual analysis of the results of the cliometric monitoring. Математичні машини і системи, 2019, № 4, С. 87-92.

7 Голуб С.В., Талах М.В., Стратій В.І. Інформаційна система екологічного моніторингу національного природного парку «Вижиницький». Математичні машини і системи. – 2016. – № 1. – С. 120-128.

УДК 004.942

ПРОТЕКЦІЯ АРГУМЕНТІВ ПРИ СИНТЕЗІ ПРОГНОЗНИХ МОДЕЛЕЙ В МОНІТОРИНГОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

¹Голуб С.В., ²Толбатов Д.В.

¹*Черкаський державний технологічний університет*

²*Інститут проблем математичних машин і систем НАН України*

Синтез моделей є основним процесом обробки результатів спостережень та визначення відомостей про властивості об'єктів дослідження в інформаційних технологіях багаторівневого інтелектуального моніторингу [1]. Впродовж певного періоду часу проводиться спостереження за чисельними характеристиками ознак стану об'єкта моніторингу. Результатам спостережень надають форму матриці масиву вхідних даних (МВД) і подають на вхід синтезатора моделей моніторингової інформаційної системи [1]. Інформативність ознак визначається експертним шляхом на основі апріорних даних. Типовою є ситуація, коли інформативності ознак, характеристики яких утворюють МВД, недостатньо для синтезу адекватних моделей існуючими засобами і актуальність набуває завдання підвищення різноманітності синтезатора моделей МІС. Тому метою цієї роботи є дослідження процесів підвищення різноманітності алгоритмів синтезу моделей (АСМ) МІС.

Одним із засобів побудови моделей об'єктів моніторингу, який реалізований у синтезаторі, є метод групового урахування аргументів (МГУА), зокрема його багаторядний алгоритм [2]. Одним із способів

підвищення різноманітності багаторядної селекції моделей є забезпечення переходу в наступний ряд селекції заданої кількості аргументів із попереднього ряду [2]. Кількість аргументів визначається експертним шляхом. В [3] пропонується переводити до наступного ряду селекції число аргументів, що дорівнює числу незалежних змінних в МВД. Крім того забезпечують протекцію всіх аргументів із попереднього ряду селекції. Не вдалось виявити рекомендації, що дозволили б визначити оптимальну кількість аргументів попереднього ряду селекції, протекція яких забезпечує максимальну адекватність моделей при зміні властивостей МВД.

Була сформульована гіпотеза про те, що при зміні властивостей масиву вхідних даних необхідно розв'язувати задачу оптимізації кількості аргументів, для яких застосовується протекція, при формуванні кожного ряду селекції. Для перевірки цієї гіпотези був проведений експеримент. Розв'язувалась задача структурно-параметричної ідентифікації моделей для прогнозування вартості канадського долара на момент закриття торгів на біржі. В якості модельованого показника використовувалось вартість валюти на момент зупинки торгів наступного $n+1$ -го дня. Незалежними змінними були значення цього показника в n , $n-1$, $n-2$, $n-3$ дні. Крім того для формування словника ознак МВД використовувались інші експертно задані фактори, назви яких є комерційною таємницею експертів, і вони використовувались при формуванні словника ознак у зашифрованому вигляді. Наперед відомо, що впродовж історичного періоду властивості масиву вхідних даних змінювались. Тому сформований таким чином МВД відповідав умовам експерименту.

Було синтезовано кілька моделей із різною кількістю аргументів, яким була забезпечена протекція на кожному ряді селекції. Оцінювалась похибка та горизонт прогнозування моделі, що синтезована за описаним алгоритмом. При аналізі результатів досліджень встановлено, що при зміні властивості МВД оптимальна кількість аргументів попереднього ряду, для яких необхідно забезпечувати протекцію, змінюється. Аналітичну залежність зміни кількості аргументів від інших характеристик процесу синтезу моделей отримати не вдалось. Тому доцільно розв'язувати задачу оптимізації кількості кращих аргументів для кожного ряду окремо.

Таким чином гіпотеза отримала своє експериментальне підтвердження. Оптимізація кількості аргументів, для яких забезпечується протекція при формуванні кожного ряду селекції, забезпечує підвищення різноманітності синтезатора моделі за рахунок їх адаптивності до властивостей масиву вхідних даних.

Література

1 Голуб С.В. Багаторівневе моделювання в технологіях моніторингу оточуючого середовища. Черкаси: Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2007. – 220 с.

2 Ивахненко А.Г., Мюллер Й.А. Самоорганизация прогнозирующих моделей. – Киев: Техніка, 1985. – 223 с.

3 Семенов Н.А., Шалунова М.Г. Структурно-параметрическая идентификация функций занятости и прогнозирование спроса на молодых специалистов. Программные продукты и системы. 2001. – № 2,– С. 34-38.

УДК 681.14

МОДЕЛЮВАННЯ КЛАСІВ ТЕКСТОВИХ ДОКУМЕНТІВ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ЇХ ПРИКЛАДНОЇ НАПРАВЛЕНОСТІ

Курто О.С.

Національний університет “Чернігівська політехніка”

Питання визначення тематичної та морфологічної спрямованості тексту стає все більш актуальним. Воно використовується як для пошукових систем, так і для визначення відповідності статті науковому журналу, у якому вона публікується. Але якщо в масштабних системах такі модулі є вбудованими, то знайти окремий сайт, систему або застосунок доволі складно. Тому для реалізації подібної програми потрібно коректно обрати метод класифікації тексту, зважаючи на об'єм об'єктів аналізу, для визначення тематичної спрямованості, компонуючи його з модулем для визначення стилістичної належності.

Головною метою даної роботи є розробка системи, яка на основі файлу з визначеними для усіх слів графемами буде проводити статистичний аналіз, після аналізу якого буде робитися висновок щодо стилістичної приналежності тексту, а також на основі семантичного аналізу тексту з визначенням ключових слів визначатиме морфологічну направленість тексту.

Визначення теми тексту відбувається доволі просто. Реалізований в основному крипто метод використовує частоту слів в якості основного показника. В даному випадку тема визначається як послідовність найчастіших слів, що зустрічаються в текстах цього стилю [1].

Порівняння даних теми та тексту відбувається наступним чином: відбирається тисяча найчастіших слів, що характеризують стиль та текст, визначається кількість найчастіших слів тексту, що також є найчастішими словами стилю. Така перевірка проводиться для заданого тексту та всієї бази тем. Як визначена обирається тема, що має найбільшу кількість однакових найчастіших слів в першій тисячі слів.

Для визначення ж стилю тексту потрібно попередньо провести його морфологічний аналіз, на основі якого буде робитися висновок що стильової приналежності тексту [2].

Морфологічний аналіз тексту можна провести з допомогою морфоаналізатора - інструменту для анування тексту з частиною мови та ін-

формацією про лему. Обробка кожного файлу, що пройшов морфологічний аналіз, включає його відкриття, порядкове прочитання і обчислення статистичних параметрів. У модулі нашої програми, що виконує статистичну оцінку тексту, підраховуються наступні параметри: загальне число слів в тексті і кількість букв в них; середнє число слів у реченні; число слів, що відносяться до різних частин мови, і їх частки щодо загального числа слів в оброблюваному документі; кількість конструкцій, в яких один за одним слідує два слова з морфологічної характеристикою «іменник» (зокрема, кількість таких конструкцій, в яких друге слово знаходиться у формі родового відмінка), а також кількість випадків, коли один за одним слідує слова з характеристиками «дієслово» і «іменник»; співвідношення динамічності і статичності в тексті.

Отримані дані записуються в відповідні змінні. Потім відбувається запис отриманих даних в файл, вказаний користувачем. Для кожного обробленого документа програма зберігає наступні параметри: мінімальне, максимальне та середнє число слів у реченні, мінімальне, максимальне та середнє число букв в одному слові; число груп «іменник + іменник» (в т.ч. число груп «іменник + іменник в родовому відмінку») і груп «дієслово + іменник»; значення параметра співвідношення динамічності і статичності для даного тексту; загальна кількість слів у тексті; число іменників, дієслів, прикметників, особистих займенників та частинок в тексті (а також їх частку щодо загального числа слів в тексті).

Потім, якщо користувач вказав, що немає необхідності записувати в файл статистику по всіх оброблених документах, програма завершує роботу. В іншому випадку відбувається запис наступних параметрів як середня частка іменників, дієслів, прикметників, часток, особистих займенників, конструкцій «дієслово + іменник», «іменник + іменник», «іменник + іменник в родовому відмінку, середнє значення параметра співвідношення динамічності і статичності, середня довжина речень та середня довжина слів. Для кожного параметра також вказується його мінімальне і максимальне значення.

Отримані дані записуються в таблиці за стилями, на основі аналізу яких складаються правила для визначення стилю аналізованого тексту.

При оцінці якості класифікатора необхідно враховувати не тільки ті випадки, в яких він правильно визначив приналежність об'єкта до класу, а й випадки, коли він зробив помилку, для чого вводяться наступні позначення [3]:

1 TP (true positive) - істинно-позитивне рішення (документ відноситься до класу A, класифікатор відніс його до класу A);

2 FP (false positive) - помилково-позитивне рішення (документ не відноситься до класу A, класифікатор відніс його до класу A);

3 TN (true negative) - істинно-негативне рішення (документ не відноситься до класу A, класифікатор НЕ відніс його до класу A);

4 FN (false negative) - помилково-негативне рішення (документ відноситься до класу A, класифікатор НЕ відніс його до класу A).

Точність системи в межах класу — це частка документів, дійсно належать даному класу, щодо всіх документів, які система віднесла до цього класу:

$$Precision = \frac{TP}{(TP+FP)} \quad (1)$$

Повнота системи — це частка знайдених класифікатором документів, що належать класу, щодо всіх документів цього класу в тестовій вибірці:

$$Recall = \frac{TP}{(TP+FN)} \quad (2)$$

F-міра (F-measure) — характеристика, яка дозволяє дати оцінку одночасно по точності і повноті [4]:

$$F - measure = \frac{1}{\alpha \frac{1}{Precision} + (1-\alpha) \frac{1}{Recall}}, \alpha \in [0,1], \quad (3)$$

Де α — коефіцієнт, що задає співвідношення ваг точності і повноти. Коли $\alpha = 0,5$, F-міра надає однакову вагу обом характеристикам.

Для тестування модулю визначення стилю було обрано по 10 текстів для кожного стилю задля виконання їх аналізу. Саме на його основі будувались правила визначення стилю. Для ділового стилю були використані закони України; для наукового стилю було проаналізовано книги з фізики, хімії, ботаніки, медицини; для вивчення публіцистичного стилю використовувались статті з онлайн-журналу, а для художнього стилю були обрані такі книги як «Кінець вічності» Азімова, книги Конан Дойля, «Пригоди Тома Соєра», «Діти капітана Гранта» тощо, тобто класика зарубіжної фантастики.

Оцінку роботи стильового аналізатора можна побачити на таблиці 1:

Таблиця 1 – Оцінка роботи стильового класифікатора

Стиль тексту	Точність	Повнота	F-міра
Художній стиль	1	0,9	1,05
Науковий стиль	0,53	0,8	1,58
Публіцистичний стиль	1	0,6	1,33
Діловий стиль	0,88	0,8	1,193

В цілому можна стверджувати, що розроблений нами інструмент успішно впорався із завданням класифікації текстів різних стилів. Представляється можливим поліпшити результати класифікації текстів, що належать до публіцистичного та наукового стилів, використавши параметри більш високого рівня.

Для формування бази ключових слів було обрано такі теми як астрономія, біологія, економіка, історія, математика, психологія, релігія, фізика та філософія. Набір тем може розриватися, як і кількість тестів для формування бази ключових слів.

За результатами тестування модулю визначення теми лише 2 тексти було визначено некоректно. 1 з текстів був віднесений замість економіки до психології. Але назва книги «Психологія економіки» і тема економіка стояла на 2 місці, відставши лише на декілька ключових слів від того, щоб бути на 1 місці. Також некоректно визначилась тематика книги про Івана Брюховецького – її віднесло до релігії. Але враховуючи ключові слова та відрив від інших тем за кількістю ключових слів – можливо, ця книга дійсно більше відноситься до релігії, ніж до історії (яка була на 2 місці).

Для повторного тесту роботи модулю були використані такі книги як: підручник з фізики для 7 класу, реферат з історії, підручник з генетики, «Люзія бога» та «Спершу найважливіше! Жити, любити, вчитися, залишити слід» (психологія). Усі книги було визначено згідно їх теми.

Враховуючи такі показники можна вважати модуль вдалим та в повній мірі виконуючим свою функцію.

Список використаних джерел

1 Автоматическая обработка текста [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://tapemark.narod.ru/les/014a.html>

2 Селиванова Е. А. Основы лингвистической теории текста и коммуникации. – К., 2002.

3 Оценка классификатора (точность, полнота, F-мера) [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://bazhenov.me/blog/2012/07/21/classification-performance-evaluation.html>

4 Оценка классификатора (точность, полнота, F-мера) [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://bazhenov.me/blog/2012/07/21/classification-performance-evaluation.html>

УДК 519.233.5

ОЦІНКА СТРУКТУРНОЇ СТІЙКОСТІ РЕГРЕСІЙНОЇ МОДЕЛІ

С.М. Лапач

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

Стан проблеми.

Визначення конкретної структури рівняння регресії є одним із завдань регресійного аналізу [1]. Виникає ця проблема на етапі специфікації моделі і викликана тим, що при заданій загальній специфікації конкретний перелік членів моделі неможливо перевірити одночасно, так як кількість всіх можливих членів моделі в реальних роботах в багато разів перевищує кількість експериментів. Причиною неоднозначності визначення є мультиколінеарність (в основному) і протиріччя в алгоритмах

визначення структури моделі [2, 3, 4]. Неправильно визначена структура не тільки не дозволяє обґрунтовано аналіз зв'язків в досліджуваній системі і прогноз поведінки, але й не дозволяє отримати правильну ідентифікацію (оцінки коефіцієнтів регресії). Справа в тому, що оцінки зберігають свої статистичні оптимальні властивості при неправильній структурі, причому тільки при “недоборі” чи “переборі” членів моделі, тільки в тому випадку, коли матриця, по якій отримані коефіцієнти ортогональна [3].

В [6] оцінка якості плану виводиться, виходячи з закорельованості його колонок. Оцінкою слугує ймовірність того, що два значимих ефекту мають коефіцієнти парної кореляції по абсолютній величині більше α . Значення α приймається рівним 0,3. Стверджується, що при значеннях $r_{ij} > \alpha$ виділення ефектів неможливе (також неможливо розділити їх вплив). Вказана ймовірність розраховується за формулою $P(\beta_i \neq 0, |r_{ij}| > \alpha) = 2q l / K^2(k - 1)$, де K – загальна кількість ефектів, l – число значимих ефектів, q – число коефіцієнтів кореляції, для котрих виконується умова $|r_{ij}| > \alpha$.

Значний інтерес представляє вивчення питання про вплив ефективність алгоритму виділення значимих ефектів [7]. Алгоритм застосовувався до групи спеціально створених тестових задач. В роботі вказується, що на ефективність алгоритму впливають такі фактори як крутизна спадання вкладу значимих ефектів, закорельованість матриці плану, рівень похибки відтворюваності. Оцінка впливу перших двох факторів в залежності від зміни їх значень не проводиться відносно похибки відтворюваності вказується, що при 2 - 5 % помилки, ефекти, що мало відрізняються від двох-, трьохкратної помилки не виділяються, або виділяються з великою похибкою. Якщо похибка більше 5%, алгоритм працює дуже неефективно. Результати аналізу зведені в табл. 1. Відмічається, що ефекти, які алгоритму не вдається виділити, розміщені по своїй значимості рівномірно серед загальної числа ефектів. Подібні результати отримані також в [8].

Таблиця 1. Середній процент виділених справжніх ефектів

Наявність помилки вимірювання Y	Закорельованість	Наявність крутизни	Відсутність крутизни
Помилка відсутня	$ r_{ij} = 0$	100	80
	$ r_{ij} \geq 0$	70	53
Помилка ϵ	$ r_{ij} = 0$	93	-
	$ r_{ij} \geq 0$	60	-

В програмному засобі ПРІАМ (планування, регресія і аналіз моделей) [9] виконується аналіз мультиколінеарності в вигляді таблиці (див. табл. 2). Хоча такий опис дає загальне уявлення про мультиколінеарність, але не є достатньо чітким для формування рішення пересічним спеціалістом.

Таблиця 2. Таблиця аналізу мультиколінеарності в ПРІАМ

Ім'я регресора	$\max r_{x_i x_j}$	Ім'я для $\max r_{x_i x_j}$	Γ_{xy}
x_3	0	з усіма	0,79
x_2	0,41	x_8	0,65
x_1	0,12	x_3	0,38
x_8	0,41	x_2	0,23

Необхідно розрізняти оцінки якості плану і оцінки якості матриці, за якою побудована регресійна модель. Для ситуації аналізу плану до експерименту мова йде про ймовірність правильно визначити структуру при тому, що вона невідома. Для ситуації після побудови моделі мова йде про надійність визначення конкретної структури регресійної моделі.

Взявши за основу інформацію, яка приведена в табл. 1 і додаткову інформацію, яка отримується при аналізі інформативності моделі і її статистичних характеристик зведемо їх до компактного узагальненого виду. Видається доцільним аналізувати стійкість отриманої регресійної моделі за наступними узагальненими характеристиками:

1 частка сумнівних елементів структури;

2 частка розсіяння, яка пояснюється сумнівними елементами структури (які закорельовані один з одним більше ніж з відгуком) (фактично це частка R^2);

3 узагальнена оцінка ступеню закорельованості факторів і відгуку $AverYes/AverY$.

$$\text{Тут } AverYes = \frac{\sum_{i=1}^K |r_{ij}^{\max}|}{K}, \text{ а } AverY = \frac{\sum_{i=1}^K |r_{iy}|}{K}.$$

Обчислюватись може просто, як відношення відповідних сум. Є порівнянням міжрегресорного зв'язку зі зв'язком регресорів з відгуком. Індикатор. Чим ближче до 1, тим менш надійний результат з точки правильності визначення структури. Приклади показників для реальних моделей див. в табл..3.

Таблиця 3. Приклади показників стійкості регресійної моделі

Показник	1	2	3	4	5	6	7	8	9
частка сумнівних елементів структури	0	0	0	0,25	0,29	0,5	0,6	0,5	0,64
частка розсіяння, яка пояснюється сумнівними елементами	0	0	0	0,05	0,17	0,14	0,10	0,35	0,47
$AverYes/AverY$	0	0,15	0,32	0,63	0,63	1,00	1,10	1,05	1,07

Аналіз табл..3 показує інформаційну надлишковість першого параметру, і звести оцінку до двох параметрів.

В табл. приведені оцінки стійкості і рекомендації до застосування моделі при різних значеннях вибраних параметрів.

Таблиця 4. Рекомендації до аналізу стійкості

Значення AverYes/AverY	частка розсі- яння, яка по- яню- ється сумнів- ними елемен- тами	Додаткові умови	Висновок про стій- кість стру- ктури	Рекомендації про викорис- тання моделі
0	Будь яка	немає	ідеальна	без обмежень
$>0 \text{ і } \leq 0,5$	$>0 \text{ і } \leq 0,5$	Сума $\leq 0,7$	задовільна	пересторога відносно сум- нівних ефектів
$>0,5 \text{ і } \leq 0,7$	$>0,5 \text{ і } \leq 0,7$	Сума ≤ 1	сумнівна	тільки в якості нелінійної ко- реляції
$>0,5 \text{ і } \leq 0,9$	$>0,5 \text{ і } \leq 0,9$	Сума ≥ 1	нестійка	не придатна
≥ 1	$= 1$	Хоч одна з умов		

Висновок

Запропоновані показники дозволяють в узагальненій компактній формі оцінити структурну стійкість отриманої регресійної моделі і прийняти рішення про її використання.

Література

1 Айвзян С.А., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика: Исследование зависимостей. – М.: Финансы и статистика, 1985. – 487с.

2 С.Н. Лапач, С.Г. Радченко Основные проблемы построения регрессионных моделей // Математичні машини і системи, 2012, № 4, С. 125–133.

3 Лапач С.Н. Робастные планы эксперимента // Математичні машини і системи, 2016, № 4, С. 111–121.

4 С.М. Лапач Кореляційний аналіз в застосування до визначення структури рівняння регресії Матеріали Вісімнадцятої міжнародної наукової конференції імені академіка Михайла Кравчуку, 7–10 жовтня 2017року, Київ. Т.2. –Київ: НГУУ «КПШ», 2017. –С.119–123.

5 Демиденко Е.З. Линейная и нелинейная регрессии. – М.: Финансы и статистика, 1981. – 302 с.

6 Лапина З.С., Слободчикова Р.И. Исследование границ применимости алгоритма случайного баланса // Заводская лаборатория. – 1971. – т.37, – №7 – С.818-821

7 Барский В.Д., Забенко Л.А., Аксенина А.А., Беднов В.М. К вопросу о построении матрицы планирования отсеивающего эксперимента. // Заводская лаборатория. – 1971. – №7 - т. 37 – С.721-825.

8 Лапач С.Н., Пасечник М.Ф., Чубенко А.В. Статистические методы в фармакологии и маркетинге фармацевтического рынка –К.: 1999, ЗАТ “Укрспецмонтаж” – 312с

9 Лапач С.Н., Радченко С.Г., Бабич П.Н. Планирование, регрессия и анализ моделей PRIAM (ПРИАМ) / Каталог программные продукты Украины. К.: 1993. С. 24–27.

УДК 004.8

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ ТА МЕТОДІВ СЕНТИМЕНТ АНАЛІЗУ З ПІДТРИМКОЮ УКРАЇНОМОВНИХ ТЕКСТІВ

Медведніков Д.С., Олійник Ю.О.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Вступ. Сентимент аналіз текстової інформації має великий потенціал для застосування у моніторингових, аналітичних та сигнальних систем, систем підтримки користувачів, систем документообігу, рекламних платформ, таргетованих за тематикою веб-сторінок шляхом визначення з тексту його емоційного забарвлення. Ця стаття присвячена здебільшого дослідженню існуючих методів та засобів сентимент аналізу з підтримкою україномовних текстів. Актуальність даної роботи обумовлена тим, що аналіз тональності текстів все ширше використовується у різноманітних системах по всьому світу та стає все більш значущим.

Ціль дослідження. Дослідження сучасних засобів та методів сентимент аналізу з підтримкою україномовних текстів

Основна частина

Текст природною мовою, крім інформації, може також висловлювати емоційну оцінку того, про що йдеться. Висловлену в тексті емоційну оцінку називають тональністю або сентиментом (англ. sentiment). Людина оцінює світ одразу по багатьом шкалам (хороший-поганий, великий-маленький, веселий-сумний і т.д.) та ці шкали бувають по-різному емоційно навантажені. Але для простоти можна вважати, що емоційна оцінка зводиться до шкали позитивний-негативний[1].

Існують дві великі групи методів для розв’язання задач з сентимент аналізу текстових даних[2]:

1 Статистичні методи.

2 Методи, що засновані на словниках та правилах.

Також іноді використовують комбінацію першого та другого підходів. Розглянемо детальніше найпопулярніші методи сентимент аналізу.

Методи, що засновані на словниках та правилах. В основі цих методів[2] лежить пошук емоційно навантаженої лексики за даним словником тональностей, та правилам з використанням лінгвістичного аналізу. Присвоївши всім словам у реченні їх значення тональності за словником та поєднавши їх за заданими правилами ми отримаємо значення тональності цього речення. Таким чином, оцінку загальної тональності тексту можна підрахувати, підсумувавши значення тональностей кожного окремого речення цього тексту. Варто зазначити, що крім слів та словосполучень, певне емоційне навантаження можуть також мати емоді (англ. емої), хештеги та знаки пунктуації (наприклад “!”) [3].

Головним недоліком цієї групи методів є трудоємність процесу підготовки словника. Задля отримання оцінки тональності тексту з високою точністю, словник має бути складений зважаючи на предметну область документу, що аналізується.

Метод, що заснований на теоретико-графових моделях. Цей метод[4] базується на припущенні, що не всі слова в текстовому корпусі документа рівнозначні. Певні слова сильніше впливають на сентимент тексту, бо мають більшу вагу. При використанні даного методу, спочатку будують граф на основі тексту, потім ранжують його вершини, класифікують знайдені слова та підраховують результат. Класифікувати слова можна використовуючи тональний словник. Кінцевий результат аналізу залежить від двох складових: позитивної та негативної. Позитивна складова являє собою суму тональностей всіх позитивних термінів у тексті, негативна складова - суму тональностей негативних термінів. Результат аналізу знаходиться як співвідношення за наступною формулою:

$$T = \frac{P}{N}$$

де T - загальна тональність тексту, P - позитивна складова, N - негативна складова.

Машинне навчання з вчителем. Цей метод[4] є найбільш широко використовуваним. Суттю таких методів є те, що на першому етапі навчається машинний класифікатор на заздалегідь розмічених текстах, а потім отриману модель використовують для аналізу нових документів.

Головною перевагою даного підходу є те, що навчання моделі мають більш гнучкі можливості щодо обробки текстових даних. Наприклад, вони можуть розпізнавати семантично однакові речення[5], сарказм, пропаганду та інше.

Машинне навчання без вчителя. В основі цього методу[6] покладено те, що терміни, які найчастіше зустрічаються у тексті і в той же час присутні у меншій кількості в інших документах цієї колекції, мають найбільшу вагу в тексті. Виділивши дані терміни, а потім визначивши їх тональність, можна зробити висновок щодо тональності тексту взагалі.

Засоби підтримки україномовних текстів. Готових рішень та засобів сентимент аналізу україномовних текстів не існує. Проте є засоби

для обробки україномовних текстів, на базі яких можливо це зробити такий аналіз. В 90-х роках група ентузіастів створила великий електронний словник української мови (ВЕСУМ) [7], бере початок з проекту ispell-uk для перевірки орфографії української мови у відкритій ОС Linux. Під час створення словника використовувалися «Граматичний словник української літературної мови Словозміна» [8] та «Словники України» [9]. Словник налічує понад 285 тисяч лем та постійно оновлюється.

Морфологічний аналізатор rymorphy2 [10] підтримує українську та російську мови, та дозволяє приводити слово до нормальної форми, ставити слово в нормальну форму, повертати граматичну інформацію про слово.

Найбільш популярні методи аналізу тональності для україномовних текстів використовують лексемний метод [11], побудований на правилах [12]. Для такого підходу необхідно вручну створювати словник, що зазвичай містить лему, тональність, емоцію і т.д.

Висновки

Дослідження методів та засобів сентимент аналізу з підтримкою україномовних текстів показало, що аналіз тональності текстових даних є дуже перспективним напрямком. Проте на даний момент не існують окремі програмні засоби для виконання сентимент аналізу україномовних текстів. Тому є необхідність реалізації такого рішення на основі існуючих тональних словників української мови та інших програмних рішень, які здебільшого використовують лексемно-орієнтований підхід. В рамках подальших досліджень буде запропоновано комбінований метод вирішення задачі оцінки тональності тексту з підтримкою україномовних текстів та досліджено його ефективність.

Література

1 Mohsen Farhadloo, Erik Rolland - Fundamentals of Sentiment Analysis and Its Application // vol 639. Springer, Cham - с. 2-14.

2 Анна Пазельская, Алексей Соловьев. Метод определения эмоций в текстах на русском языке // The international conference on computational linguistics and intellectual technologies “Dialogue 2011” : конференция. — Москва, 2011. — с. 510 - 522.

3 Olga Artemenko — Using Sentiment Text Analysis of User Reviews in Social Media for E-Tourism Mobile Recommender Systems // Colins : conference - с. 6-11.

4 Илья Меньшиков. Анализ тональности текста на русском языке при помощи графовых моделей // конференция 2016.

5 Petro Zdebskyi — Intelligent System for Semantically Similar Sentences Identification and Generation Based on Machine Learning Methods // CEUR WS, vol. 2604 - с. 3-5.

6 М. В. Клековина, Е.В. Котельников. Метод автоматической классификации текстов по тональности, основанный на словаре эмоциональной лексики // RCDL-2012, Переславль-Залесский, Россия : конференция. — 2012.

7 Великий електронний словник української мови [Електронний ресурс] — Режим доступу: <https://r2u.org.ua/vesum/>

8 Граматичний словник української мови [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://www.mova.info/grmasl.aspx>

9 Український лінгвістичний портал [Електронний ресурс] — <http://lcorp.ulif.org.ua/dictua/>

10 Korobov M. — Morphological Analyzer and Generator for Russian and Ukrainian Languages // Analysis of Images, Social Networks and Texts (2015) - с. 320-332.

11 Nataliia Kunanets, Yurii Oliinyk, Dmytro Kobylinskyi, Antonii Rzheuskyi, Khristina Shunevich, Valentyn Tomashevskyi — The model "Information gatekeepers" for sentiment analysis of text data // ICTERI 2019 - с. 164-177.

12 Romanyshyn M. — Rule-based sentiment analysis of ukrainian reviews // International Journal of Artificial Intelligence & Applications 2013

УДК 004.94: 005.94

СКЛАДАННЯ РОЗКЛАДУ ВИВЧЕННЯ ТЕМ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ДО ІСПИТУ ЗА УМОВИ ОБМЕЖЕНОГО ЧАСУ

Гончаров К.О. Онуфрієва А.О. Попенко В.Д. Сперкач М.О.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Вступ

В даній статті описано практичне використання методу гілок та меж для вирішення ускладненої «задачі про рюкзак» для знаходження оптимального розкладу підготовки школярів або студентів до іспитів. Також були приведені результати роботи алгоритмів, що доводять коректність використаних методів.

Всі теми мають якийсь час, що потрібен для вивчення, та кожна тема має свою важливість, тобто можлива така ситуація, що викладач вважатиме деякі теми не досить важливими для вивчення, наприклад такі, що можуть бути у білеті з дуже малою вірогідністю. Також деякі теми неможливо вивчити, якщо не вивчені попередні теми, для урахування таких залежностей використовується матриця передувачь. Кожний викладач складає для себе план, за яким він буде проводити навчання. Значення важливості тем та часу їх вивчення є ключовими елементами у подальшому дослідженні.

Постановка задачі

Школа займається підготовкою учнів 10-11х класів до вступних іспитів. Кожного року видається список тем $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ ($A_i \in \{1; n\}$), що виносяться на іспит (n -кількість тем), та дата проведення цього іспиту, за якою вираховується час до іспиту (T). По кожній темі виставляється час на її вивчення t_i , та важливість вивчення теми p_i . У деяких тем є послідовність, яку не можна порушувати, але в будь-яке місце цієї послідовності можна додати тему.

Потрібно знайти такий порядок тем, при якому кількість не пройде-ного матеріалу буде мінімальна.

Опис методу

Як відомо, в методі гілок і меж є два моменти алгоритмізації[2], що визначаються специфікою завдання: розбиття вихідної множини комбі-націй на підмножини з подальшим вибором підмножини для чергового розбиття і обчислення нижніх (верхніх) меж (оцінок) значень функції, що оптимізується, на підмножинах. Розбиття множини на підмножини називається розгалуженням, а вибір підмножини для розбиття - його стратегією. Оцінка вершини останнього ярусу - рекорд - являє собою поточне значення функції, що оптимізується, яке далі порівнюється з оцінками вершин попередніх ярусів, в результаті чого неперспективні для розгалуження підмножини відсіваються, а перспективні розбива-ються, доповнюючи дерево рішень.

Алгоритм завершує роботу тоді, коли будуть порівняні з рекордом всі поточні оцінки вершин. Алгоритм реалізує розбиття кожної чергової множини на дві підмножини, вибір підмножини для розгалуження здій-снюють за максимальною (мінімальною) оцінкою функції, що оптимі-зується, оціночні завдання формулюються так, що більш точно обчислю-ються оцінки.

Що стосується даної задачі, то процес розбиття чергової множини здійснюється на дві підмножини, перша з яких містить комбінації ком-понент вектора з $x_i = 0$, друга - з $x_i = 1$. Стратегія розгалуження полягає в тому, щоб обирати чергову підмножину для розбиття по максимальній оцінці верхньої межі функції, що оптимізується. В результаті отриму-ємо бінарне дерево пошуку рішень, зображене на рис. 1.

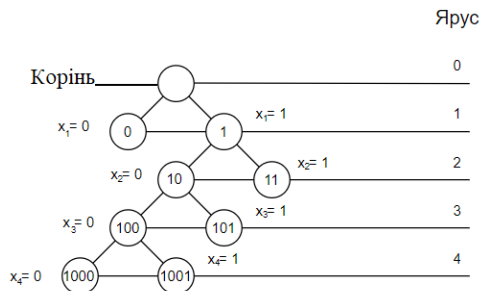


Рис. 1. Бінарне дерево пошуку рішень

Для обчислення оцінок верхніх меж функції, що оптимізується на підмножинах формулюється наступне оціночне завдання[3]: знайти

$$Q = \max \sum_i p_i \cdot x_i$$

За умов:

$$\sum_i t_i \cdot x_i \leq T$$

$$x_i = \{0; 1\}$$

$$C_{ij} = \begin{cases} 1, \text{ якщо є зв'язок між темами} \\ \text{та важливий порядок їх вивчення} \\ 0, \text{ інакше} \end{cases}$$

Для знаходження усіх допустимих розв'язків слід перенумерувати список тем відповідно до матриці передувань так, що для $C_{ij}=1$, $i < j$. Таким чином перша вершина не матиме попередників.

Тоді оціночні завдання для вершини $r+1$ повинні бути сформульовані так: знайти

$$Q_{r+1} = \max(Q_r + \sum_{i=r+1}^n p_i x_i)$$

За умов:

$$\sum_{i=1}^{r+1} t_i x_i \leq T$$

$$C_{ij}(x_j - x_i) \geq 0,$$

де $i, j \in [1; n]$ та $i \neq j$

Схема алгоритму розв'язання задачі

Додаткові змінні:

Q_i //значення критерію на поточному кроці,

Q_k // максимальне значення критерію на поточному кроці,

R // значення рекорду,

$X = \{x_1, \dots, x_n\}$ //вектор тем,

T_i // час використаний на усі обрані теми, включаючи поточну.

Вхід: C_{ij}, p_i, t_i, T

Вихід: x, L // Сумарний час для вивчення переліку тем

Крок 1. Покласти $i = 0$, рекорд $R = 0$.

Крок 2. Покласти $i=i+1$.

Крок 3. Покласти $x_i=0$,

визначити оцінку Q_i при $x_i=0$ та запа-м'ятати Q_k .

Крок 4. Покласти $x_i=1$, визначити оцінку Q_i , визначити T_i , при $x_i=1$.

Крок 5. Обрати вершину для галуження з більшою оцінкою Q_i .

Крок 6. Якщо $C_{ij}(x_j-x_i)<0$ перейти на крок 11, інакше перейти на крок 7.

Крок 7. Якщо $T_i \leq T$ перейти на крок 8, інакше перейти на крок 11.

Крок 8. Якщо $Q_i \leq R$, перейти на крок 11, інакше перейти на кроку 9.

Крок 9. Якщо $i < n$, запам'ятати більше Q_i , відповідне x_i , і повернутися до кроку 2; інакше перейти до кроку 10.

Крок 10. Покласти R рівним більшому Q_i . Запам'ятати вектор X .

Крок 11. Покласти $i = i - 1$.

Крок 12. Якщо $i = 0$, зупинитися; інакше перейти до кроку 13.

Крок 13. Обрати Q_i , яке було запам'ятоване.

Крок 14. Якщо $Q_i \leq R$, повернутися на крок 12, інакше перейти на крок 3.

Опис результатів

При дослідженні великих масивів даних метод гілок та меж за часом працює довше, що є очікуваним та повністю природним, бо збільшується об'єм даних, що повинні бути аналізовані. Разом з тим алгоритм цього методу продовжує спрощувати процес відбору правильної послідовності тем для розкладу.

Для будь-якого об'єму масиву даних, що аналізується, метод гілок та меж видає доволі точний результат за досить прийнятний час, показуючи складність $O(2^N)$.

Висновок

Проблема пошуку кращого списку тем зустрічається у кожного учня, у кожного викладача. Учні перед іспитами мають достатньо малу часу на вивчення питань, у викладачів з кожним роком зменшується кількість годин, виділених на предмет. В обох випадках потрібно вивчити/розказати якнайбільше. Саме тому вирішення проблеми є досить актуальним.

Список літератури

1 Канцедал С.А. Костикова М.В.. Конструювання й дослідження алгоритмів рішення задачі про рюкзак. [Текст] / Автомобільний транспорт – Х.: УДК, 2015. – 154 с.

2 Land A.H., and Doig A.G. An automatic method of solving discrete programming problems. *Econometrica*. v28 (1960), pp 497-520.

3 Корбут А.А., Фінкельштейн Ю.Ю. Дискретное программирование М. Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. 1969. сс 213-219.

4 Саати Т. Л. Целочисленные методы оптимизации и связанные с ними экстремальные проблемы. — М.: Мир, 1973. — 302 с.

ПОБУДОВА МОДЕЛІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ В РОЗРІЗНЕНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Оксанич І.М., Лопушанський А.В.

Інститут проблем математичних машин і систем НАН України

Важливість та необхідність інтеграції інформації у розрізнені інформаційних системах (ІС), обмін цією інформацією, побудова загальної інформаційної картини ситуації, що склалася (наприклад, при роботі ІС різних ситуаційних центрів), є на сьогодні однією з найважливіших задач у сфері інформаційно-комунікаційних технологій.

Не дивлячись на досить великий досвід вирішення проблеми інтеграції систем та беручи до уваги швидкий розвиток інформаційних технологій, можна сказати, що задача інтеграції інформації у розрізнені інформаційних системах досі є актуальною.

Розглянемо шляхи вирішення задачі інтеграції розрізнених ІС, які функціонують окремо та не мають спільних баз або сховищ даних, але об'єднані комунікаційно, тобто має місце федеративна архітектура. Задача може бути вирішена наступними 3-ма способами.

1. Отримання доступу до інформаційних ресурсів (ІР) інших ІС та пошук в них необхідної інформації. Але різні предметні області (ПрО) інших ІС, різні БД (реляційні та ні), зазвичай доволі складні, містять багато допоміжної, закодкованої інформації, та й мають обмежений доступ. Тому такий спосіб не вважається доцільним.

2. Створення єдиної загальної моделі даних, побудованої на єдиній глобальній онтології загальної ПрО, що перекидає ПрО всіх ІС, даними з яких потрібно обмінюватися, та побудова на цій основі загального віртуального представлення даних, яке функціонує on-line на сервері інтеграції. Це доволі поширена задача, але також не є простою з огляду на складність ПрО та БД різних ІС.

3. Виявлення інформації, яка необхідна для спільного використання всіх користувачів різних ІС та налагодження її вироблення у кожній ІС і доставку її споживачам на їх вимоги.

Цей спосіб виявляється найбільш доцільним і може бути здійсненим за допомогою розроблення окремої концептуальної моделі обміну даними (онтології) та відповідних сервісів з використанням сервіс-орієнтованої архітектури. Розглянемо цей спосіб детально.

Передбачається, що кожна ІС має у своїй структурі окремий модуль, де містяться сформовані дані для обміну. Ці дані формуються on-line по типу «вітрин даних», тобто вони вже містять необхідну аналітику та проведені розрахунки. Такі дані утворюють інформаційні шаблони і складають основу інформаційних користувацьких сервісів. Оскільки основні аналітичні розрахунки над цими даними проведені заздалегідь, то вони будуть потребувати лише незначної кількості параметрів пошуку

(«дата», «час», «місце», «назва» та ін.) при наданні користувачу. У шаблони обміну окрім структурованих даних, отриманих з БД, також можуть включатися і неструктуровані дані, які містяться у файлових системах ІС, як то тексти, відео-, аудіо- файли та ін.

У описаній моделі обмін даними здійснюється за допомогою задалегідь розроблених сервісів та інтеграційної сервісної шини (service bus), за схемою «Постачальник – Каталог сервісів - Споживач» (рис.1). Кожна ІС у цій структурі може бути як постачальником, так і споживачем.

Всі розроблені та готові до використання сервіси заносяться до каталогу сервісів, який містить разом з описом інформаційних ресурсів, доступ до яких надають окремі сервіси і самих сервісів, також і інструкцію з їх отримання та використання.

Користувачі (як споживачі, так і постачальники) отримують доступ до каталогу сервісів у службі технічної підтримки (service desk) на підставі укладених ними контрактів у відповідності по політики роботи з користувачами.

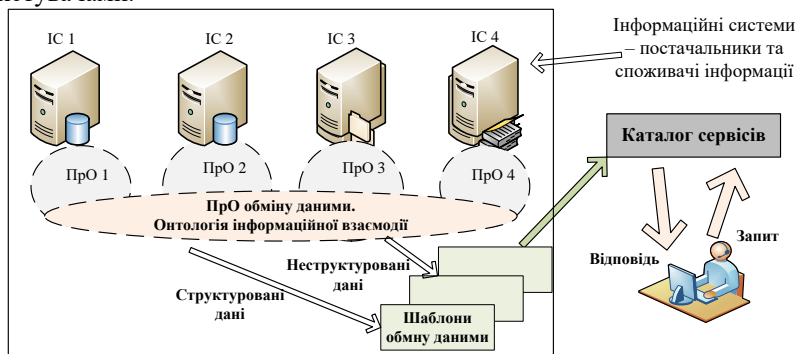


Рисунок 1 – Модель обміну інформацією розрізних ІС

Література

1. Web Services Architecture. W3C Working Group Note 11, February 2004. URL: <http://www.w3.org/TR/2004/NOTE-ws-arch-20040211/>.

УДК 681.14

ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИАГЕНТНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ЗАХИСТУ КОРПОРАТИВНИХ МЕРЕЖ

О.Є. Тарасов, А.Г. Гребенник, Трунова О.В.

Чернігівський національний технологічний університет, Україна

Стрімке зростання обчислювальних можливостей комп'ютерів водночас з їх здешевленням призвело до масового впровадження різноманітних програмних систем (ПС) у всіх сферах людської діяльності:

освіта, медицина, фінансовий сектор і т. д. Не є виключенням і корпоративні мережі (КМ) – структури, головним призначенням яких є забезпечення ефективності, ергономічності та захищеності роботи і внутрішніх процесів певного підприємства або організації. На сьогодні захист КМ і даних, що в них зберігаються – одна з найбільш насущних задач, з якою зустрічаються спеціалісти в галузі інформаційної безпеки, тому дослідження методів для вирішення задач контролю безпеки (КБ) є досить актуальним.

Найбільш перспективною сучасною галуззю для проведення досліджень вважається штучний інтелект (ШІ). Серед методів ШІ можна виділити продукційні системи, нейронні мережі, мультиагентні системи (МАС). Класична теорія ШІ в процесі вирішення задачі створює одну інтелектуальну систему, яку ще іноді називають інтелектуальним агентом. Така система, маючи доступ до необхідних знань та обчислювальних ресурсів, виконує деяку глобальну проблему. На відміну, в теорії МАС використовується протилежний підхід – вся система ділиться на множину агентів [2], кожен з яких може вирішити лише деяку локальну задачу, оскільки не володіє вичерпними знаннями про глобальну проблему. Кожному компоненту КМ ставиться у відповідність такий агент [1]. Тому вирішення поставленої задачі полягає в реалізації множини агентів та організації ефективної взаємодії між ними.

Такий підхід має низку переваг:

1. Компоненти типової КМ розподілені по декількох вузлах, тому агенти МАС будуть теж функціонувати на різних вузлах, що забезпечить економію обчислювальних ресурсів;

2. Використання МАС дозволить легко адаптуватися до змін в мережевій архітектурі;

3. За рахунок створення нових агентів забезпечується гнучкість рішення та висока масштабованість;

4. У зв'язку з розподіленою роботою агентів підвищується відмовостійкість системи: її важче атакувати та вивести з ладу, ніж системи з єдиним сервером захисту;

5. Управління всією системою корпоративної безпеки (СКБ) може проводитись централізовано.

Формалізоване визначення МАС має наступний вигляд [6]:

$$MAS = (A, E_A, I_A, BOS, ICA_A, COM_A, ES), \quad (1)$$

де MAS - багатоагентна система;

A – множина агентів;

E_A – множина середовищ, в яких функціонують агенти;

I_A – множина взаємодій між агентами;

BOS – множина базових організаційних структур;

ICA_A – набір індивідуальних і сумісних дій агентів;

COM_A – можливі комунікативні дії;

ES – стратегія еволюції.

Для моделювання МАС були використані спрощені варіанти агентів та компонентів КМ. В аналізі приймають участь агенти захисту, агенти

протидії, а також агенти, що моделюють поведінку звичайного користувача, зловмисника і компонента – агент-користувач, агент-зловмисник і агент-компонент відповідно.

Загальний вигляд модельованої МАС та зв'язки між агентами представлені на рисунку 1.

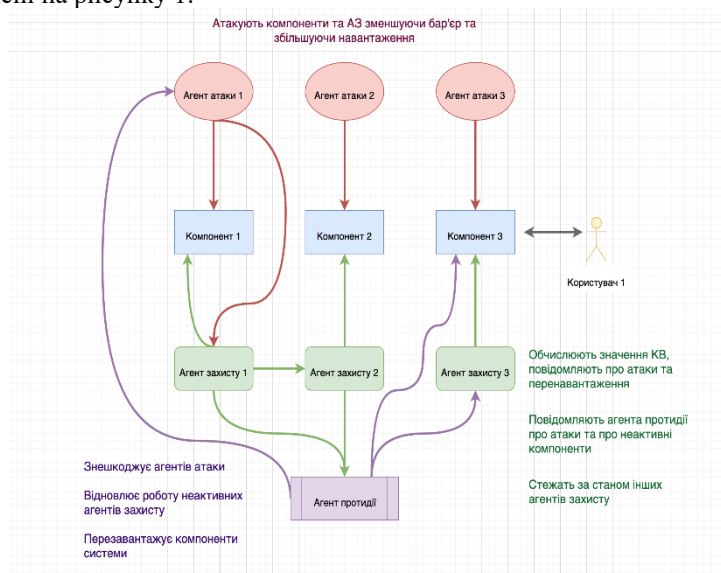


Рис. 1 – Загальний вигляд МАС

СКБ, що побудована по принципу МАС, має у своєму складі декілька класів агентів:

1. *Агент аналізу* (АА) – перевіряє чи є проломи в захисті, оцінює потенційний збиток і повідомляє про це іншим агентам, що входять до складу МАС. Якщо АА знаходить вразливість, він починає пошук агента конфігурації, що усуне її. У разі проведення складеної перевірки агент захисту очікує її завершення. Інший можливий варіант – скидання обіцянки після певного часу. Таким чином, кожен АА повинен знайти агента для усунення знайденої помилки.

2. *Агент конфігурації* (АК) – усуває вразливість та підтверджує її відсутність. АК вправі ініціювати повторну перевірку АА. Для роботи АК необхідна інформація про оточуючі компоненти, агентах захисту на поточному вузлі і агентах конфігурації на інших вузлах. Системний адміністратор може виступити у ролі більш «інтелектуального» АК.

3. *Агент захисту* (АЗ) – забезпечує обчислення коефіцієнтів відхилень (КВ) окремих компонентів КМ та всього середовища в цілому (рис. 2). Виявляє підозрілі дії. Агенти захисту в процесі своєї роботи отримують динамічний еталон безпеки як для одного компонента КПС, так і для всієї КПС в цілому [3].

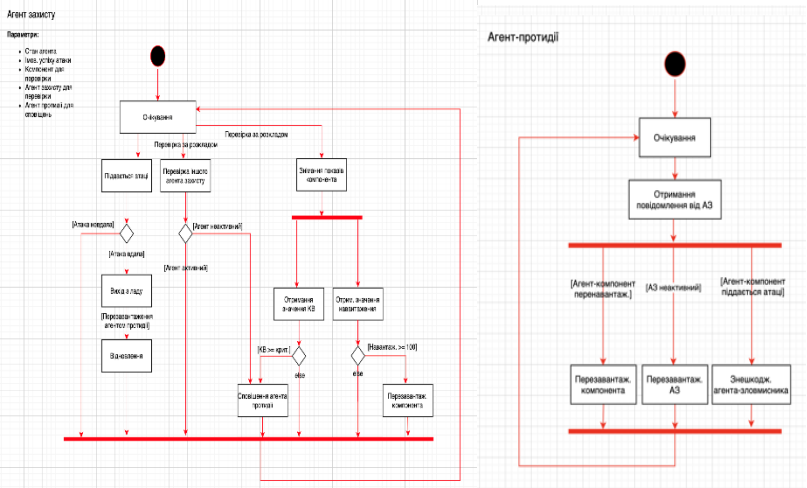


Рис. 2 – Діаграма станів АЗ

Рис. 3 – Діаграма станів АП

4. *Агент протидії* (АП) – усуває процес здійснення несанкціонованих дій, їх джерело та наслідки (див. рис. 3). Агент протидії після отримання повідомлення від А3 розшукує нападаючого агента атаки і переводить його до стану «Затримка», тобто завершує атаку. Якщо проблема полягає в АЗ, що вийшов з ладу, він переводиться до стану «Відновлення» і згодом відновлює свою роботу. Якщо навантаження компонента дорівнює 100, агент протидії «перезавантажує» компонент і встановлює значення навантаження рівним 0.

5. *Агент навчання* (АН) – збирає, обробляє та поширює дані про вразливості для навчання інших агентів. Він використовується іншими агентами для отримання нових відомостей про уразливість, сигнатур для перевірки, можливих схемах атаки і т.д. АН являє собою загальний інтерфейс для навчання інших агентів. Сам АН може отримувати інформацію від людини, використовувати власні алгоритми навчання на підставі даних, представлених в різних БД, або працювати в зв'язці з АЗ. Виявивши атаку за допомогою свого адаптованого механізму, АЗ ділиться «знаннями» з АН, а той в свою чергу з АА. Це дозволить усунути проблему ще на етапі аналізу ПС.

Реалізація змодельованої системи на одній з високорівневих мов програмування дозволить кількісно оцінити КВ та визначити вразливі місця системи, виявити умови, які сприяють агентам-зловмисникам в успішному проведенні атак.

У якості вдосконалення системи можна запропонувати розробку нових агентів захисту з іншими підходами до визначення КВ, наприклад, на основі аналізу SQL-запитів до бази даних КМ.

Література

1. Petrov, S.A.: Building adaptive security system based on multi-agent system, materials of the second international research and practice conference. Westwood – Canada, 2, 196-201 (2013).
2. Shoham, Y.: Multiagent systems: Algorithmic, Game-Theoretic, and Logical Foundations // Cambridge University Press, (2009). <http://www.masfoundations.org/mas.pdf>
3. Getting Past the Cyberspace Hype: Adaptive Security – A Model Solution – A Solution Model, Internet Security Systems, (1997), Jun. 15. https://www.researchgate.net/publication/277714726_Cyber-Security_and_Threat_Politics_US_Efforts_to_Secure_the_Information_Age
4. Peltier, Thomas R.: Information security risk analysis. Second Edition – CRC Press, (2005). <http://www.nojuto.com/downloads/diplomado/ISRA%20Peltier.pdf>
5. Mell, P., Scarfone, K., Romanosky, S.: A Complete Guide to the Common Vulnerability Scoring System. 2.0, (2007). <https://www.nist.gov/publications/complete-guide-common-vulnerability-scoring-system-version-20>
6. Тарасов, В.Б.: От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика. – М.: Эдиториал УРСС, 2002. – 352 с. https://www.studmed.ru/tarasov-vb-ot-mnogoagentnyh-sistem-k-intellektualnym-organizaciyam_ed248d18a3e.html

УДК 004.896

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРО ВІДРЯДНУ ОПЛАТУ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АВТОТРАНСПОРТУ

Кудряшова О.В., Білоус І.В.

Чернігівський національний технологічний університет

Потреба врахування при прийнятті управлінських рішень значної кількості даних ускладнює процедуру вибору правильного рішення. Зазвичай це пов'язано зі складнощами, що виникають під час збору актуальної інформації. Обсяг даних, які надходять, стрімко збільшується, що призводить до змін в способах і методах аналізу інформації та вимагає автоматизації процесу обробки, вивчення даних та інтелектуалізації управлінських процесів, тобто проектування та впровадження ефективних методів для прийняття рішень за допомогою інтелектуальних автоматизованих систем. Саме за допомогою автоматизованих систем підтримки прийняття рішень постає можливість порівнювати альтернативні варіанти рішень та обирати з них, використовуючи програмно-обчислювальні засоби [1].

Для кожного підприємства потреби в системі прийняття рішень є різними, зазвичай інформація про роботу даних систем не поширюється у відкритих ресурсах. Їх основним завданням є збір інформації, обробка та прийняття рішень на основі певного алгоритму, моделі, нейронної мережі та ін. [2]. Найбільш поширеним методом є побудова математичної моделі. Саме цей спосіб підходить для автоматизації підтримки прийняття рішень про відрядну оплату праці на підприємствах автотранспорту. Оскільки основною частиною є саме модель, перейдемо до опису її створення.

Для побудови моделі спочатку необхідно визначити проблему. Виявлено декілька, а саме:

1 зі збільшенням кількості працівників та замовлень необхідна велика кількість людських ресурсів для їх обробки;

2 людський фактор призводить до значного відсотку похибки в прийнятті рішень про відрядну оплату праці, тобто бувають випадки коли робота не була виконана або ж працівник сфальсифікував дані, відповідно ці кошти не повинні бути оплачені робітнику, інакше підприємство зазнає втрат;

3 для залучення нових працівників необхідно надавати кошти відразу за виконану роботу, при цьому постає проблема визначення коректного об'єму виконаних робіт;

4 немає статистики в режимі реального часу для відстеження роботи.

Зважаючи на [3], побудовано схему роботи системи підтримки прийняття рішень, яку зображено на рисунку 1.1.

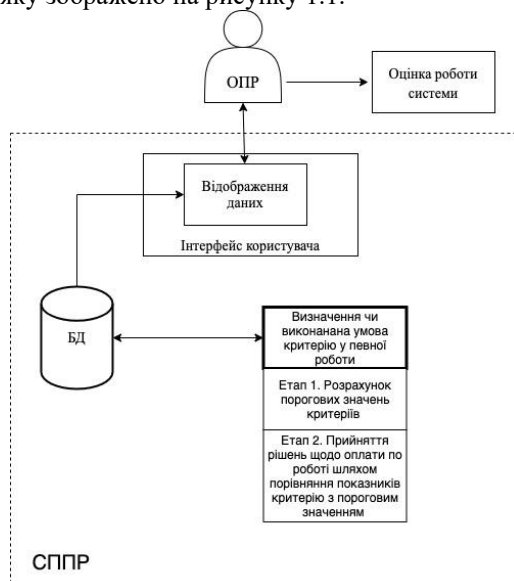


Рисунок 1.1 – Схема роботи системи підтримки прийняття рішень про відрядну оплату праці на підприємствах автотранспорту

Наступний етап – побудова багатofакторної моделі. Тобто на даному етапі постає завдання зрозуміти, як в режимі реального часу визначити, яка поїздка повинна бути оплачена, а яка ні.

Для вирішенні даної задачі створимо модель динамічного програмування, тобто поділимо модель за критеріями і на основі результатів критеріїв будемо приймати рішення. Якщо оплата підходить хоча б під один з множини критеріїв, то система приймає рішення не платити відразу, а чекати 72 години. Якщо за цей час надійде оплата від клієнта система дозволить оплату, в інакшому випадку на оплаті буде поставлена мітка «відхилено».

На рисунку 1.2 зображено алгоритм визначення стану оплати при надходженні нової роботи робітника з підрахунком одного з порогових значень критеріїв.

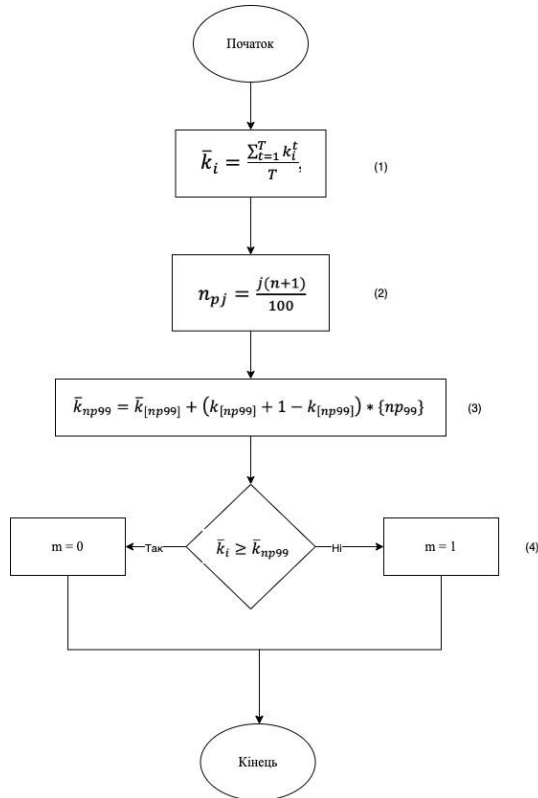


Рисунок 1.2 – Визначення стану оплати при надходженні нової роботи робітника з підрахунком одного з порогових значень критеріїв

Розглянемо кожен блок моделі рисунку 1.2:

(1) k_i - кількість виконаних робіт за годину i -им працівником, де $1 < i \leq n$, $n \in N$, n - кількість працівників. Середня кількість виконаних робіт за час t i -м працівником визначається т.ч.:

$$\bar{k}_i = \frac{\sum_{t=1}^T k_i^t}{T}, \quad (1.1)$$

де t – час роботи i -го працівника.

(2) Для визначення границі, що визначає можливість виплат робітнику. Проведемо сортування за зростанням середніх кількостей виконаних робіт за час t всіх працівників: $\bar{k}_0 \leq \bar{k}_1 \leq \bar{k}_2 \leq \dots \leq \bar{k}_{n-1}$ (вважаємо, що $\bar{k}_{n-1} = \bar{k}_n$).

Знаходимо номер перцентіля n_{pj} за формулою:

$$n_{pj} = \frac{j(n+1)}{100}, \quad (1.2)$$

для даного випадку $j = 99$, отже

$$n_{p99} = \frac{99(n+1)}{100} \quad (1.3)$$

Якщо $n_{p99} \in Z$, то значення перцентіля p_{99} буде дорівнювати величині елемента ряду, що має накопичену частоту S , яка дорівнює номеру перцентіля.

Якщо $n_{p99} \notin Z$, то перцентиль p_{99} знаходиться в межах двох спостережень. Значенням перцентіля буде сума, що складається з елемента, для якого накопичена частота дорівнює сумі цілого значення номера перцентіля та різниці між значенням цього елемента і значенням наступного елемента, що помножений на нецілу частину номера перцентіля.

(3) Отже, верхню границю значення виплат у випадку $n_{p99} \notin Z$ дорівнює

$$\bar{k}_{np99} = \bar{k}_{[np99]} + (k_{[np99]} + 1 - k_{[np99]}) * \{np99\}, \quad (1.4)$$

де: $\{np99\}$ – ціла частина перцентіля;

$[np99]$ – дробова частина перцентіля.

(4) Для визначення статусу транзакції необхідно порівняти кількість виконаних робіт за годину i -им працівником та верхню границю значення виплат, у випадку коли $\bar{k}_i \geq \bar{k}_{np99}$, до даної роботи ставиться мітка 0 ($m = 0$), якщо ж $\bar{k}_i \leq \bar{k}_{np99}$, $m = 1$, означає, що кошти будуть нараховані.

Отже, було побудовано модель прийняття рішень на основі визначених критеріїв, що з використанням порогових значень, які підраховуються в режимі реального часу, визначає статус кожної виконаної роботи. Побудована інформаційна система дозволяє автоматично отримувати дані про виконану роботу та приймати рішення виконувати моментальну оплату коштів чи ні, що дозволить покращити якість сервісу для працівників.

Список використаних джерел

1 Ситник В. Ф. Системи підтримки прийняття рішень: Навч. посіб. – К.: КНЕУ, 2004. – 614 с.

2 Волошин О.Ф., Машенко С.О. Моделі та методи прийняття рішень. Навч. посіб. – К: ВПЦ „Київський університет“, 2010 – 334 с.

З Бідюк П. І. Проектування комп'ютерних інформаційних систем підтримки прийняття рішень: Навч. посіб. К.: НТУУ "КПІ", 2010. – 340 с.

УДК 004.056.5

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА РОЗПІЗНАВАННЯ ТА ОБРОБКИ ПЕРВИННОЇ ПРОЕКТНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Ровник О.С., Трунова О.В.

Чернігівський національний технологічний університет

Розробка будь-якого додатку, системи, сервісу, тощо – складний технологічний процес, що вимагає багато зусиль, часу та ретельної підготовки. Процеси планування та проектування – невід'ємні етапи в розробці продукту. Якщо немає ретельно продуманого сценарію, команда розробників може зіткнутися з проблемами та труднощами, марно витративши час і гроші, і, що найгірше, кінцевий результат може зовсім не відповідати вимогам та очікуванням.

Розробка продукту – динамічний процес, а у кожній команді індивідуальний підхід і можливості. Тому виникають ситуації коли проектна документація неповна, недоступна, застаріла, а іноді взагалі відсутня. А вирішення цього питання потребує багато ресурсів, як людських, так і фінансових і часових.

Найчастіше на етапі проектування використовують мову моделювання UML. UML – це потужний інструмент, який може значно поліпшити якість аналізу і проектування систем. Ітеративне використання UML в аналізі та проектуванні дозволяє досягти кращого розуміння між бізнес-командою і IT-командою.

Важливими питаннями є прискорення проектування без втрати якості продукту, динамічне доповнення новою, оновлення застарілої або некоректної інформації, скорочення часових і фінансових витрат. Одним із способів вирішення проблеми є створення документації, вже на стадії зародження ідеї та аналізу продукту.

В рамках дослідження виявлено, що для побудови UML діаграм використовуються Microsoft Visio, Enterprise Architect на операційній системі Windows, Umbrello Project – на Linux, DrawExpress, Flowdia, Lucidchart – на Android. Але жодна з них немає можливості створення діаграм на основі фото або малюнків. Додаток Flowchart повинен вирішити цю проблему і поєднати функціонал створення діаграм с фото та їх редагування. Тому, в ході аналізу проблеми було визначено, що для успішного моделювання ситуацій необхідно розробити додаток який би мав наступний функціонал:

- вибір типу діаграми;
- створення фото;
- створення та збереження діаграми;

- редагування діаграми;
- керування камерою та ліхтариком мобільного пристрою;
- експорт діаграм;
- додавання нових типів діаграм;

Для створення додатку були обрані наступні технології:

- Unity 2020 – графічний рушій для створення інтерфейсу системи;
- Vuforia – платформа доповненої реальності для мобільних пристроїв;
- Aspose.Diagram - рішення для вимог щодо маніпулювання файлами Microsoft Visio;
- Azure Computer Vision API - служба для розпізнавання символів;
- мова програмування C#;

Головна панель та панель налаштувань додатка зображені на рисунку 1 та рисунку 2 відповідно.

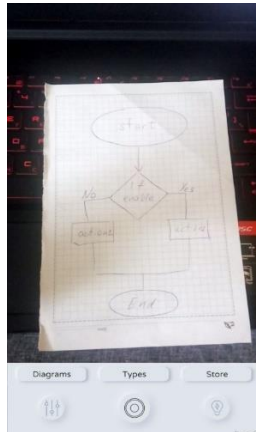


Рисунок 1 – Головна панель додатка

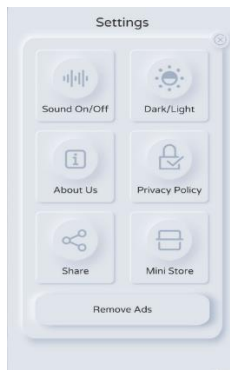


Рисунок 2 – Панель налаштувань додатка

Створюваний додаток має простий та зрозумілий інтерфейс і водночас потужні інструменти для аналізу фото, та редагування діаграм. Використання додатку дасть змогу зменшити час та витрати на етапі проектування продуктів, прискорить створення чи доповнення документації. Основним завданням останніх буде створення модулю який буде аналізувати фото для побудови діаграми. Застосування додатку дасть змогу ефективніше та швидше проектувати додатки, системи, сервіси, тощо., швидко переносити діаграми з паперу в електронний формат.

Література

1 All About UML [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://qa-platforms.com/all-about-uml/>

2 Аписелла М. UML Упрощает описание проектов [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.osp.ru/cw/2000/16-17/4602/>

3 UML для разработчиков проектов [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://habr.com/ru/company/ppr/blog/491146/>

4 Переверза Д. Зачем нам UML? Или как сохранить себе нервы и время [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://habr.com/ru/post/458680/>

УДК 004.354

КОНЦЕПТ СИСТЕМИ ВІРТУАЛЬНОГО ТИРУ НА ОСНОВІ ВІДЕО-ВВОДУ

Н.О. Абрашина

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Системи віртуального тиру дають можливість відпрацювати техніку стрільби, уникаючи фінансових витрат, шкоди для екології та ризиків, пов'язаних із реальними стрільбами. Такі системи є особливо корисними для підготовки військових.

Принцип роботи системи ґрунтується на визначенні положень об'єктів на зображенні. Зокрема, орієнтування поля зору відбувається за рахунок визначення положення голови користувача, а орієнтування на пряму ствола — за рахунок визначення положення спеціального маркерного об'єкту, що розміщений на кінці макету ствола.

Таким об'єктом слугує куб із твердого легкого матеріалу із відомою з достатньою точністю довжиною сторони. До однієї з граней кубу по центру прикріплено кінець ствола макету, решта граней рівномірно пофарбовані у різні матові контрастні одне до одного кольори. Колір має бути рівномірним.

Також у системі використовуються: персональний комп'ютер з великим монітором або проектором і екраном; ширококутна відеокамера;

макет зброї, що дозволяє приєднання маркерного об'єкту і що може передавати до програмної системи дані про натискання на гачок через провідний чи безпровідний інтерфейс.

Крім того, система працюватиме краще, якщо задній план буде критичний монохромною шторою кольору, що контрастний до кольорів усіх граней маркерного об'єкту. Також бажано, щоб на тілі та одязі користувача не було зображень, колір яких може бути подібним до кольорів граней маркерного об'єкту.

Систему побудовано на основі таких інструментів і технологій, як Unity (симуляція) та OpenCV (аналіз вхідного потоку зображень з камери).

Перед першим запуском системи, необхідно виконати калібрування камери [1], використовуючи маркерний об'єкт у якості патерну для калібрування, а також визначити колір кожної грані (якщо немає певності у тому, що освітлення буде однакове для кожного запуску, колір варто визначати при кожному запуску).

При запуску симуляції, користувач чи адміністратор визначає карту симуляції, погодні умови у симуляції та тип зброї, яка використовується.

Перед початком роботи, користувач стає рівно перед камерою, відбувається визначення ключових точок обличчя. Також, за потреби, можлива авторизація за фото. Після цього користувач може почати тренування.

Система у режимі реального часу відслідковує положення користувача на карті за кутом повороту голови, положенням голови у кадрі камери та розміром зображення, за рахунок відслідковування ключових точок (кути очей, кути губ, кінчик носу, підборіддя) [2]. Одночасно відслідковується положення маркерного об'єкту: визначається положення чотирикутників визначених кольорів на зображенні [3], визначається тривимірний кут проекції кожного із них на площину зору камери та за цими кутами і розмірами зображення визначається положення і напрям ствола у симуляції. Якщо система не може розпізнати обличчя користувача чи положення маркерного об'єкту, користувач отримує повідомлення із проханням скоригувати своє положення.

Коли користувач виконує постріл, у симуляції із визначеного положення у визначеному напрямку починається моделювання [4] польоту кулі.

У карті можуть бути наперед визначені об'єкти, що мають бути вражені (мішені) та/або об'єкти, враження яких недопустиме (заборонені об'єкти).

Симуляція може тривати упродовж визначеного проміжку часу, до визначеної кількості пострілів, до враження визначеної кількості мішеней або до зупинки вручну користувачем чи адміністратором. Після завершення симуляції, за бажанням система може дати оцінку дій користувача залежно від точок влучання виконаних у симуляції пострілів.

Основною перевагою розглянутої системи є максимально проста технічна реалізація. Окрім маркерного об'єкту, що може бути виготовлений вручну за умови наявності необхідних інструментів, та організації фіксації натискання на спусковий гачок макету, усі елементи системи є стандартними і легко доступними. Також перевагою системи є відсутність будь-яких датчиків на одязі користувача, що могли б зсуватися під час роботи системи і створювати додаткові неточності.

Основним недоліком є те, що обличчя користувача та маркерний об'єкт повинні одночасно знаходитися у полі зору камери, що може обмежувати пересування користувача.

Література

1 Camera calibration With OpenCV URL: https://docs.opencv.org/2.4/doc/tutorials/calib3d/camera_calibration/camera_calibration.html (дата звернення: 27.05.2020).

2 Head Pose Estimation using OpenCV and Dlib URL: <https://www.learnopencv.com/head-pose-estimation-using-opencv-and-dlib/> (дата звернення: 27.05.2020).

3 Т.М. Власова, В.Г. Калмыков Алгоритм и программа распознавания контуров изображений как последовательности отрезков цифровых прямых. *Математичні машини і системи*. Чернігів, 2005, № 4, с. 84-95.

4 Шапиро Я.М. Внешняя баллистика. Москва : Государственное издательство оборонной промышленности, 1949. 408 с.

УДК 004.6:004

СТВОРЕННЯ MLOPS ІНФРАСТРУКТУРИ ЗА ДОПОМОГОЮ ХМАРНИХ РІШЕНЬ

Коваленко М.А., студ. гр. МПІН-181
Науковий керівник: Дорош М.С., д.т.н., професор
Чернігівський національний технологічний університет

У світі традиційних розробок програмного забезпечення набір практик, відомих як DevOps, дозволив поставити програмне забезпечення до виробництва за лічені хвилини та забезпечити його надійне функціонування. DevOps покладається на інструменти, автоматизацію та робочі процеси, щоб усунути випадкові складності та дозволити розробникам зосередитись на актуальних проблемах, які потрібно вирішити. Але даний підхід не так просто застосувати для моделей ML [1].

Першопрічиною є те, що між ML та традиційним програмним забезпеченням є принципова різниця: ML – не просто код, це код плюс дані. Модель ML – артефакт, який створюється шляхом застосування алгоритму до маси навчальних даних, що вплине на поведінку моделі у продукту. Найважливіше, що поведінка моделі також залежить від вхідних

даних, які вона буде отримувати на час передбачення, про які ви не можете знати заздалегідь. Тому налагодження середовища для до кінця не передбачених процесів не є простим завданням.

Основними проблемами DevOps методу до ML є:

- 1 повільне, крихке та непослідовне розгортання
- 2 відсутність відтворюваності
- 3 зниження працездатності (косо-тренувальне обслуговування).

На ринку хмарних технологій існують рішення за допомогою яких можливо мінімізувати можливість цих негараздів. Основними дис-триб'юторами даних рішень на ринку є компанії Amazon та Google, а саме сервіси Amazon SageMaker та Google Datalab. Ці сервіси дуже схожі один з одним у багатьох функціях, але мають багато відмінностей [2]. Огляд головних функцій наведено на рисунку 1 [5].

Feature	Amazon	Google
Notebook environment	Yes	Yes
Train custom learning algorithms	Yes	Yes
Deploy custom learning algorithms	Yes	No
Automatic hyperparameter tuning	Yes	Only for TensorFlow models
Distributed training	Yes	Only for TensorFlow models

Рис. 1. Огляд за головними AutoML функціями

Google Datalab: Процедура налаштування блокнота запускається за допомогою хмарної оболонки Google, яка знаходиться в інтерфейсі Google Cloud Console. Google Cloud SDK також можна використати для розгортання ноутбука. Сервіс не містить жодних заздалегідь налаштованих алгоритмів але за допомогою сервісу Google Cloud ML пропонується платформа для запуску моделей TensorFlow. Не існує прямого способу для розгортання моделей до продуктового додатку. Але модель, побудована на цій платформі, упаковується в модуль Python і розгортається в Google CloudML. Єдиний спосіб застосувати власний алгоритм - записати його в TensorFlow. Сервіс не забезпечує автоматичну настройку гіперпараметрів. Але є HyperTune, що допомагає в автоматичній оптимізації моделі ML для покращення точності / мінімізації помилок. Ця функція також надається лише для моделей TensorFlow. Datalab постачається із блокнотом Jupiter. У ньому нема вбудованих бібліотек ноутбуків з MxNet та Apache Spark. Ціноутворення засноване на використанні. Але у випадку певних випадків та потреб клієнтів, це може мати різні ціни [3].

Amazon SageMaker: Після входу в консоль SageMaker розгортання ноутбука знаходиться лише за один клік. Доступні попередньо оптимізовані алгоритми ML які розгортаються на обчислювальних серверах Amazon. Спеціальні алгоритми SageMaker мають різноманітні варіанти:

під наглядом, без нагляду та глибокого навчання. Існує служба прямого розгортання моделей, на відміну від Datalab. Розгортання можливе на еластичій обчислювальній інфраструктурі з високою доступністю після чого модель поставляється з кінцевою точкою HTTPS. Сам процес набагато простіше порівняно з Datalab. Сервіс надає можливість автоматизованої настройки гіперпараметрів протягом навчального періоду. Знаходяться найкращі значення для навчання алгоритму. Ця функція доступна не тільки для вбудованих алгоритмів, але і для зовнішнього докера. Можливо зразу використовувати блокноти з попередньо встановленими Apache Spark та MxNet, також можна працювати з TensorFlow. Ціни на SageMaker повністю ґрунтуються на використанні. Як частина AWS free tier, SageMaker частково доступний безкоштовно. Ціни залежать від використання моделей по енд поінту на запит, зберігання та плати за обробку даних у блокнотах та хостинг-екземплярах [4].

Google Cloud Datalab – це окрема платформа. Він використовується для побудови та розгортання моделей ML. Потрібне використання з іншими службами, щоб розкрити його потенціал. Тоді як Amazon SageMaker створений для повного комплексного обслуговування ML. Переглядаючи всі порівняння вище, SageMaker безумовно має значні переваги.

Список використаних джерел

1. ML Ops: Machine Learning as an Engineering Discipline. // Towards data science URL: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://towardsdatascience.com/ml-ops-machine-learning-as-an-engineering-discipline-b86ca4874a3f> (дата звернення: 02.04.2020). – Назва з екрана.
2. Google datalab vs Amazon Sagemaker: Which cloud platform is best for your ml project. // Analytics India Magazine URL. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://analyticsindiamag.com/google-datalab-vs-amazon-sagemaker-which-cloud-platform-is-best-for-your-ml-project/> (дата звернення: 02.04.2020). – Назва з екрана.
3. Cloud TPU pricing. // Google cloud docs URL. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://cloud.google.com/tpu/pricing> (дата звернення: 02.04.2020). – Назва з екрана.
4. Amazon SageMaker Pricing // Amazon SageMaker docs URL. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://cloud.google.com/tpu/pricing> (дата звернення: 02.04.20). – Назва з екрана.
5. Machine Learning as a Service — why Google is way behind Amazon // Medium URL. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://medium.com/@issa.memari/machine-learning-as-a-service-why-google-is-way-behind-amazon-73c3fbbe4a37> (дата звернення: 02.04.20). – Назва з екрана.

ПОРІВНЯННЯ МОВ ПРОГРАМУВАННЯ PYTHON ТА R В DATA SCIENCE

Андрусенко Б.Г., Мамчуровський В.С., Трунова О.В.
Чернігівський національний технологічний університет

У сучасному світі майже будь-яку задачу можна розв'язати за допомогою програмування. Вказати точну кількість мов програмування майже неможливо. На сьогодні існує близько семи сотень мов програмування, серед них 245 відомих [1]. Серед усього цього різноманіття є як універсальні (Java, C++, Python та ін.), так і вузькоспеціалізовані (1С, R, Swift та ін.). До того ж, популярність мов програмування змінюється кожного місяця, що досить просто відстежувати за індексом ТЮВЕ. Станом на червень 2020 року трійку найпопулярніших мов програмування складають С, Java і Python (див. рис. 1).

Jun 2020	Jun 2019	Change	Programming Language	Ratings	Change
1	2	▲	C	17.19%	+3.89%
2	1	▼	Java	16.10%	+1.10%
3	3		Python	8.36%	-0.16%
4	4		C++	5.95%	-1.43%
5	6	▲	C#	4.73%	+0.24%
6	5	▼	Visual Basic	4.69%	+0.07%
7	7		JavaScript	2.27%	-0.44%
8	8		PHP	2.26%	-0.30%
9	22	▲▲	R	2.19%	+1.27%
10	9	▼	SQL	1.73%	-0.50%

Рис. 1. Індекс ТЮВЕ станом на червень 2020 [2]

Не можна не помітити різкого стрибка популярності мови R, що зумовлено зростанням потреби в обробці різноманітних статистичних даних, якою займається напрям програмування – Data Science. Його завдання – аналіз, обробка та представлення у цифровому вигляді великих обсягів даних. Для роботи у даному напрямку перевага надається наступним мовам програмування: R і Python.

Проведемо порівняння даних мов програмування на основі загальної та технічної інформації. Мова Python є значно універсальнішою, оскільки може використовуватися у різних напрямках, на відміну від R, яка в більшій мірі, орієнтована на статистичну обробку даних. Обидві мови є: імперативними, об'єктно-орієнтованими, функціональними, процедурними та рефлексивними (див. табл.1).

Таблиця 1. Порівняння мов програмування Python і R [3]

General and technical information	Python	R
Intended Use	Applications, general, web, scripting, AI, scientific computing	Application, statistics
Imperative	Yes	Yes
Object-oriented	Yes	Yes
Functional	Yes	Yes
Procedural	Yes	Yes
Generic	Yes	
Reflective	Yes	Yes
Event-driven	Yes	
Other paradigm(s)	aspect-oriented	
Standardized?	“De facto” standart via PEPs	No

Python підтримує узагальнене програмування, яке дозволяє записувати алгоритми, що приймають різні типи даних та є подійно-орієнтованою мовою, тобто виконання програми визначається подіями (дії користувача, повідомлення інших програм або потоків, події операційної системи).

Метою даної роботи є порівняння мов програмування Python та R у процесі обробки експериментальних даних.

Для нашого дослідження були використані результати кросплатформенного тесту Cinebench R15. Дані про процесор було отримано з довідки: Name, Mark, TDP, L3, Frequency, Turbo, Cores, Threads, Technology, RamSpeed) [4].

Дослідження на двох мовах відбувалося за такими напрямками: парсинг даних з сайту; побудова кореляційної матриці та регресійних полів, проведення регресійного аналізу; прогнозування значень на основі побудованих моделей.

За результатами дослідження була складена таблиця (див. табл. 2)., яка демонструє кількість часу (мс), за який виконується відповідна обробка даних на кожній з мов. Порівняння часу виконання певних завдань не дає нам остаточної відповіді, яку з мов краще використовувати при обробці статистичних даних. Оскільки, збереження та виведення даних у R займає більше часу, ніж у Python. Але в той же час парсинг веб-сторінки та розрахунки статистичних даних на R відбуваються швидше.

Таблиця 2. Час (мс) виконання певних операцій

Напрямок дослідження	Python	R
Парсинг веб-сторінки та запис до файлу з розширенням .xlsx	784982	681660
Зчитування даних з файлу .xlsx та виведення їх на екран	1136	5838
Побудова таблиці кореляції	991	1405
Побудова регресійного поля	2648	1750
Створення регресійних моделей і побудова ліній регресії	9259	10478
Створення регресійної моделі та виконання передбачення по заданим значенням	1388	2395
Створення мультирегресійної моделі	1921	3645
Створення мультирегресійної моделі та передбачення по заданим значенням	1772	812
Всього	804097	707983

Порівняння якості та кількості інформації при побудові лінійної мультирегресійної моделі, яку пропонують Python (рис. 2) та R (рис. 3), показало, що, у цілому, виведення інформації є достатньо інформативним. На обох мовах програмування: вказуються значення коефіцієнтів, коефіцієнт кореляції, середньоквадратичні відхилення, величини статистики Стьюдента для перевірки гіпотези щодо значущості відповідних параметрів. Проте Python ще пропонує значення критерію Дарбіна-Уотсона, який використовується для тестування автокореляції.

```

=====
                        OLS Regression Results
=====
Dep. Variable:          Mark      R-squared:                0.956
Model:                  OLS      Adj. R-squared:           0.956
Method:                 Least Squares   F-statistic:              3476.
Date:                   Wed, 10 Jun 2020   Prob (F-statistic):       0.00
Time:                   18:06:39         Log-Likelihood:          -6483.8
No. Observations:      964             AIC:                     1.298e+04
Df Residuals:          957             BIC:                     1.302e+04
Df Model:               6
Covariance Type:       nonrobust
=====

```

	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
Intercept	-547.2389	55.301	-9.896	0.000	-655.763	-438.714
TDP	1.5617	0.267	5.843	0.000	1.037	2.086
L3	8.4982	0.895	9.490	0.000	6.741	10.256
Turbo	182.0977	13.043	13.962	0.000	156.502	207.693
Threads	60.1787	1.431	42.042	0.000	57.370	62.988
Technology	-8.4436	1.285	-6.569	0.000	-10.966	-5.921
RamSpeed	0.1056	0.020	5.210	0.000	0.066	0.145

```

=====
Omnibus:                224.585   Durbin-Watson:           1.491
Prob(Omnibus):          0.000   Jarque-Bera (JB):       2803.048
Skew:                   0.689   Prob(JB):                0.00
Kurtosis:               11.239   Cond. No.                 1.83e+04
=====

```

Рис. 2. Опис лінійної мультирегресійної моделі на Python

```

Call:
lm(formula = Mark ~ TDP + L3 + Turbo + Threads + Technology +
    RamSpeed, data = dataset)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-918.87  -86.98  -12.46   91.82 1597.96

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -547.23886    55.30059  -9.896 < 2e-16 ***
TDP           1.56168     0.26728   5.843 7.03e-09 ***
L3            8.49822     0.89548   9.490 < 2e-16 ***
Turbo       182.09767    13.04257  13.962 < 2e-16 ***
Threads      60.17874     1.43139  42.042 < 2e-16 ***
Technology   -8.44362     1.28529  -6.569 8.28e-11 ***
RamSpeed      0.10561     0.02027   5.210 2.32e-07 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 202.5 on 957 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9561,    Adjusted R-squared:  0.9559
F-statistic: 3476 on 6 and 957 DF,  p-value: < 2.2e-16

```

Рис. 3. Опис лінійної мультирегресійної моделі на R

R і Python є свого роду конкурентами за звання «найкращого» інструменту для роботи з даними, маючи власні переваги та недоліки. На питання: «Яка мова краще?» однозначної відповіді дати неможливо, оскільки все залежить від конкретної ситуації, необхідних інструментів, рівня знань. Зазвичай R використовується тоді, коли для аналізу даних необхідні окремі сервери або ж виділені обчислювальні потужності. Python же допоможе у тих випадках, коли задачі, пов'язані з аналізом даних, вплітаються в роботу веб-додатків, а також прекрасно підходить для реалізації алгоритмів з їх подальшим практичним використанням [5].

Література:

1. How Many Computer Languages Are There? URL: <https://careerkarma.com/blog/how-many-coding-languages-are-there/>
2. TIOBE Index for June 2020. URL: <https://www.tiobe.com/tiobe-index/>
3. Comparison of programming languages. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_programming_languages
4. Cinebench R15 (Multi-Core). URL: https://www.cpu-monkey.com/en/cpu_benchmark-cinebench_r15_multi_core-8
5. R и Python – достойные соперники? URL: <https://habr.com/ru/company/piter/blog/263457/>

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЗАХИЩЕНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ХЕШУВАННЯ

А. В. Ярмілко, І. О. Розломій, Г. В. Косенюк

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, Україна

Сучасні виробничі системи поєднують в одному комплексі людей і технічні пристрої, в тому числі – роботизовані модулі різного рівня інтелектуальності та автономності, що передбачає їхню кооперацію в процесі виконання прикладних завдань. Нового рівня складності функціонування таких систем набуває при виконанні завдань у відкритому виробничому просторі, який не забезпечує ізоляцію такого кооперативного утворення від сторонніх виробничих та невиробничих факторів. З розвитком виробничих систем спостерігаємо зникнення фізичних бар'єрів між людьми та роботами у процесі їхньої спільної виробничої діяльності, а також перехід кооперації у співробітництво. Однак існує проблема, пов'язана з відсутністю належної довіри до дій робота при співробітництві. У взаємодії людей всі аспекти цього процесу розгортаються відносно легко та без особливих зусиль, і здебільшого це відбувається підсвідомо завдяки розумовій здатності. Досягнення подібної двосторонньої та безперебійної взаємодії між людьми та роботами, що працюють разом, – це нове велике завдання [1]. Воно безпосередньо пов'язане із забезпеченням гарантоздатності утвореної системи компонентів з природним та штучним інтелектом. Одною з актуальних задач у цьому контексті є захист внутрісистемних комунікацій як один з кроків на шляху досягнення вищого рівня довіри у людино-машинній системі за рахунок достовірності інформації.

У кооперативних виробничих системах з гібридним (людино-машинним) інтелектом при використанні їх у відкритому просторі можлива дія завад, в тому числі – в комунікаційних процесах. Також можлива внутрішня кластеризація системи, яка відбивається на комунікаційній структурі. При цьому метою утворення комунікаційних кластерів, крім суто функціональних аспектів, було б недопущення (чи мінімізація) стороннього втручання (умисного чи випадкового) в канали інформаційного обміну виробничих підсистем. Це найбільше стосується саме машинних компонентів, оскільки їхній інтелект не завжди здатен розпізнати джерело надходження даних, внаслідок чого можуть бути запущені хибні сценарії їхнього функціонування з негативними наслідками різного ступеня тяжкості.

Таким чином, технологічно необхідним є виконання аналізу інформаційних повідомлень між компонентами кластеру. Проте нас може цікавити не тільки виявлення помилок, але й виявлення відмінностей двох інформаційних фрагментів або їх примірників. Природа відмінностей

може бути різною, а їхня оцінка – залежною від мети аналізу інформації. Якщо метою буде контроль збереження інформації в комунікаційному процесі, то відмінність трактуватиметься як помилка з усіма можливими наслідками реагування на неї. Якщо ж нас цікавитиме структура чи динаміка змін інформаційних фрагментів, то відмінності свідчатимуть про факт та локалізацію динамічних процесів, інші супутні параметри.

У загальному випадку повідомлення, якими обмінюються компоненти ситуативного кластера, являють собою блоки інформації, складені з автентифікаційної та інформаційної складової. У процесі ідентифікації користувача модуль-приймач порівнює автентифікаційні дані повідомлення, отриманого від модуля-передавача, з даними, які зберігаються в доступній у межах комунікаційного кластера базі даних. Після встановлення достовірності автентифікатора, необхідно перевірити відсутність фальсифікацій у інформаційній частині надісланого повідомлення, а в разі їхнього виявлення – виконати відновлення дійсної інформації.

Аналіз змісту інформаційної частини повідомлення також частково або повністю може бути виконаний криптографічними методами. Оскільки окремим випадком такого аналізу може бути встановлення факту та області локалізації зміни у блоці даних, необхідно є розробка методів, які дозволяють виявити декілька змін у окремому блоці інформації та встановити їх координати з метою ідентифікації та формування відповіді. Нами для аналізу спільно використовуваних інформаційних ресурсів були запропоновані методи, які поєднують принципи організації парольної автентифікації та ідентифікації з методами хешування. Було розроблено методи виявлення однократних та багатократних помилок у блоках інформації, а також метод виявлення областей локалізації таких помилок та відновлення цілісності первинних повідомлень. Зважаючи на однотипність задач виявлення фальсифікацій у кожній зі складових повідомлення, вони розглядалися як блоки даних.

Для виявлення однократних помилок у повідомленні запропоновано метод, базований на обчисленні хеш-функції. Застосування алгоритмів хешування з такою метою є відомою практикою. Однак, у загальному випадку, обчислення та подальший аналіз хеш-функції повністю всього інформаційного повідомлення дозволяє перевірити його достовірність, але не дає можливості виявити, в яких саме фрагментах інформації відбулися порушення цілісності. Тому запропонований метод виявлення фальсифікацій передбачає обчислення хеш-функції в кожному блоці чи навіть в кожному записі надісланого повідомлення. Обчислення хеш-функцій для кожного запису в блоці інформації дозволяє визначити запис, в якому відбулися зміни, але його недоліком є висока надлишковість при контролі цілісності послідовності записів невеликого розміру. Для схеми обрахунку, яка передбачає обчислення хеш-функції для блоку даних, характерна невисока надлишковість, проте суттєвим недоліком є неможливості виявлення фальсифікацій в окремому записі.

Оскільки розглянуті методи хешування з метою виявлення фальсифікацій у повідомленні виявилися функціонально неповними стосовно задачі локалізації пошкоджень інформації, було запропоновано новий метод, який отримав назву методу перехресного хешування. Суть запропонованого методу полягає в обчисленні хеш-функції повідомлення для блоку даних за схемою, яка поєднує хешування для блоку даних як у горизонтальному, так і у вертикальному напрямках. Це дає змогу, застосовуючи перевірку значень хеш-функції за предикатом, виявити порушення цілісності в горизонтальному та вертикальному блоці [2]. Визначивши рядок (горизонтальний блок даних) та стовпець (вертикальний блок даних), у яких відбулися зміни, на їх перетині можна виявити фальсифікований фрагмент повідомлення.

При виявленні порушень цілісності повідомлення воно розбивається на блоки інформації, для кожного з них обчислюється значення хеш-функції за аналогією з обчисленням хеш-функції всього повідомлення. Далі необхідно перевірити достовірність їхніх значень за предикатом. Порушення цілісності повідомлення визначається за зміною значень хеш-функцій окремих блоків інформації. Цей метод дозволяє виявляти однократні помилки у повідомленнях.

Для виявлення та виправлення багатократних помилок використано коригуючі можливості кодів Гемінга [3]. Проте для криптографічних цілей здатність коду Гемінга виявити двократну помилку та виправити однократну помилку в двійковому коді є недостатньою. Тому доречною є побудова кодів, які дозволяють виявити більшу кількість помилок, шляхом введення надлишкової інформації. Оцінка коригуючої можливості таких кодів може бути виконана за допомогою параметрів «кодова відстань» та «мінімальна кодова відстань». Гемінгом було показано їх залежність від довжини коду та введеної надлишковості [4].

Код Гемінга в загальному вигляді може бути заданий породжуючою матрицею, яка складається з одиничної матриці $k \times k$ та приписаної матриці перевірочних елементів $k \times r$. Тут k – кількість рядків породжуючої матриці, r – кількість стовпців породжуючої матриці. Величини k і r мають задовольняти двом умовам: по-перше, отримання породжуючої матриці максимально малого розміру та, по-друге, забезпечення мінімальної кодової відстані, необхідної для виявлення заданої кількості помилок. Для визначення значень перевірочних елементів матриці необхідно виходити з основних властивостей коригуючих кодів.

Крім принципів надлишкового кодування, іншою складовою метода гарантованого виявлення фальсифікацій є методи хешування, які забезпечують відносно невисоку надлишковість, невелику кількість криптографічних перетворень та можливість контролювати довжину хеш-коду. Для контролю цілісності інформації використовується поняття «синдром» з теорії лінійних кодів як сукупність ознак, характерних та достатніх для розпізнавання помилок. Отриманий метод має потенціал забезпечення гарантованого виправлення помилок будь-якої кратності.

Таким чином, застосування технології хешування забезпечує як швидку автентифікацію в багатоагентному середовищі, так і можливість швидкого аналізу структури та змісту надісланих повідомлень. Запропоновані методи забезпечують виявлення однократних і багатократних помилок та гарантоване виправлення заданої кількості фальсифікованих фрагментів у повідомленні шляхом введення контрольних блоків інформації та виконання перехресного хешування. Розроблені методи можуть стати одним з кроків на шляху досягнення належного рівня достовірності інформації у комунікаційній системі та підвищення довіри у співробітництві або співпраці людей та роботів.

Література

1 Kolbeinsson A., Lagerstedt E., Lindblom J. Foundation for a classification of collaboration levels for human-robot cooperation in manufacturing // *Production & Manufacturing Research*, vol. 7, no. 1, 2019. – P. 448-471.

2 Розломій І.О., Косенюк Г.В. Виявлення порушень цілісності електронного документу шляхом перехресного хешування // *Вісник ХНУ. Радіотехніка, електроніка та телекомунікації*. 2018. №5 (265). – С. 32–35.

3 Cao Z., Yin Zh., Hu H., Gao X., Wang L. High capacity data hiding scheme based on (7, 4) Hamming code // *Springerplus*, vol. 5, 2016. – P.175.

4 Ma Z., Li F., Zhang X. Data hiding in halftone images based on hamming code and slave pixels // *J Shanghai Univ (Nat Sci)*, vol. 19, no. 2. 2013. – P. 111–115.

УДК 681.14

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ АВТОРСТВА ТЕКСТУ НА ОСНОВІ СИНТЕЗУ ФОРМАЛЬНИХ МЕТОДІВ АТРИБУЦІЇ

Качановський П.П.

Національний університет “Чернігівська політехніка”

Задача визначення авторства тексту – це лише одна задача з усього можливого аналізу тексту, проте вона мабуть є найбільш нетривіальною, оскільки потребує порівняння таких показників текстів як їх стиль, складність речень та багатство словникового запасу автора. Але настільки наскільки вона не є тривіальною, вона є необхідною в реаліях постійного збільшення текстової інформації в світі.

Метою даної роботи є розробка інформаційної системи визначення авторства тексту, що може слугувати серверною частиною для додатку або онлайн сервісу, а також її тестування.

Для визначення авторства тексту необхідно визначити «авторський стиль» тексту та порівняти його з іншими. Визначивши найбільш подібний, можна зробити висновок про авторство невідомого тексту. Серед формальних методів визначення авторства тексту найбільш поширеним є метод, що розглядає статистичні показники тексту у вигляді координат точки в n -мірному просторі, та порівнює тексти за допомогою Евклідової відстані [1] між двома точками, що представляють ці тексти в n -мірному просторі. Чим менша відстань між ними, тим ближчі тексти за стилем. Підрахунок Евклідової відстані проводиться за формулою:

$$l = \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2} \quad (1)$$

де

p та q — точки n -мірного простору

Серед усіх можливих статистичних показників були обрані наступні:

- 1 Взаємна інформація між сусідніми парами літер;
- 2 Взаємна інформація між парами літер через одну;
- 3 Взаємна інформація між тріадами літер;
- 4 Ймовірність зустріти в тексті слова певної довжини;
- 5 Ймовірність зустріти в тексті слова із списку функціональних слів.

Для розрахунку взаємної інформації використовувалася наступна формула:

$$a_{ij} = I(x_i, x_j) = \log \frac{p(x_i, x_j)}{p(x_i) \cdot p(x_j)}$$

(2)

де

a_{ij} — взаємна інформація між елементами з індексами i та j ,

x_i — елемент тексту,

$p(x_i)$ — ймовірність зустріти елемент x_i в тексті,

$p(x_i, x_j)$ — ймовірність зустріти елементи x_i та x_j підряд в тексті

Матриця взаємної інформації між літерами була названа інформаційним портретом тексту[2].

Для правильного переставлення стилю тексту обрані статистичні показники повинні задовольняти двом вимогам: стійкості та роздільної здатності[3]. Для тестування стійкості ймовірності зустріти в тексті слова певної довжини були взяті шість текстів, що належать до одного автора: Гоголя, та п'ять інших належать до різних: Горький, Достоевський, Пушкін, Толстой та Тургенєв відповідно.

На рисунках 1 та 2 показані порівняння значень показників для творів одного автора та різних авторів відповідно.

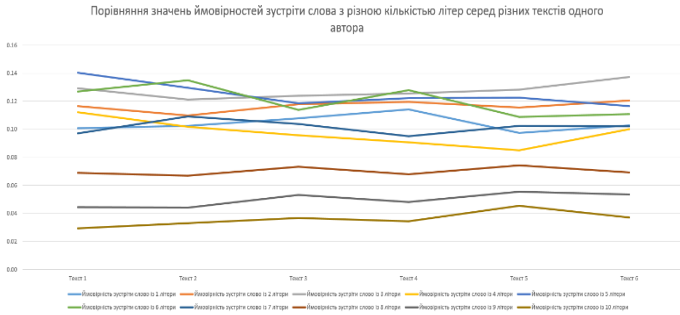


Рисунок 1 — Порівняння показників ймовірності зустрічі слова певної довжини для творів одного автора

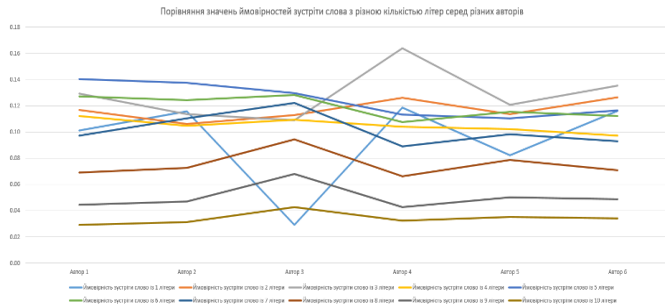


Рисунок 2 — Порівняння показників ймовірності зустрічі слова певної довжини для творів різних авторів

Як видно з рисунків 1 та 2 ймовірність зустріти в тексті слова певної довжини зберігає постійні значення для творів одного автора з невеликими коливаннями, проте для творів різних авторів відхилення від середнього значення стає більшим, що слугує доказом стійкості та роздільної здатності даного показника, що свідчить про те, що він може слугувати як показник індивідуального стилю автора та може бути використаний для визначення авторства тексту. Аналогічне тестування було проведено для інших показників на предмет стійкості та роздільної здатності.

В ході розроблення системи було реалізовано чотири методи визначення авторства, три з яких використовують зазначені вище статистичні показники та Евклідову відстань між ними, та четвертий, що використовує ентропійну класифікацію для визначення та порівняння стилів текстів для визначення авторства. Метод ентропійної класифікації [4] використовує показник $H(T|S)$, який характеризує ентропію деякого тексту T по відношенню до тексту S . Далі вибір джерела тексту T при наявності текстів S_1, \dots, S_n , що представляють n джерел, повинен здійснюватися згідно з формулою (3).

$$\theta(T) = \operatorname{argmin}_i H(T|S_i) \quad (3)$$

Значення $H(T|S_i)$ може бути отримане вручну, для цього необхідно визначити розмір в байтах вихідного тексту T та запам'ятати його як $|T|$, скориставшись будь-яким архіватором зкомпресувати текст T в $C(T)$ та визначити довжину в байтах отриманого файлу як $|C(T)|$, далі необхідно «підклеїти» до тексту T текст S_1 та користуючись тим самим архіватором отримати зкомпресований файл для тексту $T|S_1$ — $C(T|S_1)$, визначити його довжину в байтах як $|C(T|S_1)|$. Далі скориставшись формулою (4) можна отримати необхідне значення $H(TS_i)$.

$$H(T|S_i) = \frac{(|C(T|S_1)| - |C(T)|)}{|T|} \quad (4)$$

Для тестування точності розробленої системи були відібрані два корпуси текстів, до першого входять твори восьми різних авторів класичної російської літератури до другого входять повідомлення з конференції месенджеру Telegram до якої входять п'ять осіб. Тестування проводилося двома способами: перший автоматично поділяє твори кожного автора на тренувальні та тестувальні та проводить тестування кожного методу окремо в декілька етапів на кожному обираючи в якості тестувальних даних різний твір для кожного автора, другий метод тестування потребує поділу даних на тренувальні та тестувальні дані вручну. В ході тестування на основі тренувальних даних збираються статистичні показники для кожного автора окремо, що формують загальний «портрет» стилю автора, потім збираються статистичні показники для кожного окремого твору з масиву тестувальних даних. На останньому етапі тестування статистичні дані для «реальних» творів порівнюються з даними кожного автора, той «відстань» до якого буде менша буде обрано як справжнього автор твору. Результати тестування методів показані в таблиці 1.

Таблиця 1 — Результати тестування реалізованих методів визначення авторства тексту на точність

Назва методу визначення авторства тексту	Точність методу визначена в ході тестування, %
Portrait	81.494
Compression	50
Statistics	79.708
Functional Words	83.117
Method Combination	81.981

Як видно з таблиці 1, реалізована система має середню точність більше 80% на корпусі текстів різної довжини, стилю та оформлення.

Отже, розроблена система та досліджені в ході її розробки методи визначення автора дозволяють визначити автора тексту з більш ніж 80% точністю та не мають вимог до розміру, стилю та оформлення тексту, а тому може бути використана на практиці в якості серверної частини додатку або онлайн сервісу.

Список використаних джерел

1 Суркова А.С. Идентификация текстов на основе информационных портретов // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2014. – № 3 (1) . – с. 145–149.

2 Хмельов Д.В. Распознавание автора текста с использованием цепей А. А. Маркова // Вестн. МГУ. Сер. 9: Филология. 2000. № 2. С. 115–126.

3 Фоменко В.П., Фоменко Т.Г. Авторский инвариант русских литературных текстов // Новая хронология Греции: Античность в Средневековье. М.: МГУ, 1995. 422 с.

4 Евклідова відстань при визначенні авторства тексту [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-effektivnosti-metrik-rasstoyaniya-evklida-i-rasstoyaniya-mahalanobisa-v-zadachah-identifikatsii-proishozhdeniya-teksta/viewer>

УДК 004.02

ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПОДСИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

С.В. Грибков², В.А. Литвинов¹, А.В. Олейник²

*Институт проблем математических машин и систем НАНУ,
Украина*

Национальный университет пищевых технологий, Украина

Одной из наиболее важных задач в решении комплекса проблем создания сети ситуационных центров (СЦ) органов государственной власти Украины [1] становится отработка типовых решений в различных сферах проблематике разработки, внедрения и функционирования СЦ. Наиболее сложной, трудоемкой и наименее продвинутой является проблема программной реализации имеющихся общих концептуальных предложений, представленных в литературных источниках. Применительно к условиям и реальным отечественным возможностям создания действующих полнофункциональных СЦ (дефицит специалистов и разрыв между их квалификацией и требованиями проекта, нереалистичные сроки и бюджеты и т.п.) единственным, вероятно, приемлемым путем решения проблемы является прототипирование отдельных фрагментов (подсистем) программного комплекса. С учетом современных решений относительно свойств и критериев выбора платформ для программной реализации систем клиент-сервер рассматривается возможная инструментальная модель прототипа веб-ориентированной программной реализации подсистемы поддержки принятия решений в составе сервера СЦ, в частности, на этапах подготовки и проведения совещания

[2]. Эта подсистема является основой выполнения функций коллективного обсуждения проблемы (collaboration), а под инструментальной моделью здесь понимается совокупность программных компонентов подсистемы и решений по их совместному применению [3]. Использование веб-интерфейса обосновывается рядом факторов, в частности, и необходимостью работы в процессе совещания с удаленными участниками-экспертами.

Модель базируется на классической многослойной архитектуре с распределением на следующие составляющие:

1 слой контроллеров, с помощью которых обеспечивается взаимодействие с клиентской частью;

2 адаптеры, на уровне которых осуществляется преобразование данных из запросов клиентов в основные бизнес-объекты, над которыми осуществляется дальнейшая обработка;

3 классы, осуществляющих проверки входных данных на соответствие установленным правилам;

4 бизнес-сервисы, которые непосредственно отвечают за выполнение бизнес-логики;

5 вспомогательные инструментальные классы, которым бизнес-сервисы делегируют выполнение отдельных операций;

репозитории, предназначенные для непосредственной работы с данными.

Функциональные возможности серверной части отвечают потребностям пользователей и сконцентрированы в модулях, предназначенных для решения конкретных задач, реализующих функционал системы - в частности, на этапах подготовки и проведения совещаний. Каждый модуль при выполнении обработки некоторого запроса обращается для получения данных к информационным ресурсам системы. После проведения обработки данных и необходимых подсчетов результат отображается в заданном виде клиентского приложения. Количество модулей не регламентируется, что обеспечивает, в случае необходимости, модернизацию существующих и включения новых модулей для решения задач принятия решений.

Программная система ориентируется на «тонкого» клиента и включает следующие компоненты:

1 программную платформу Spring Framework, в целом обеспечивающую построение программной инфраструктуры подсистемы;

2 средства библиотеки Junit и программной платформы Mockito для модульного и интеграционного тестирования программного кода разрабатываемой системы;

3 средства объектно-реляционного отображения Hibernate для работы с данными;

4 протокол HTTP Request-Response, как основу взаимодействия серверной части с клиентской;

5 стандарт / спецификации Open API описания интерфейсов взаимодействия между серверной и клиентской частью;

6 средства формирования web-страниц для отображения в браузере пользователя;

7 подход и средства непрерывной интеграции к разработке программного кода на основе программного продукта Jenkins.

Представленная интероперабельная совокупность программных платформ обеспечивает выполнение всех основных этапов по созданию подсистемы поддержки принятия решений - от построения программной инфраструктуры подсистемы до модульного и интеграционного тестирования программного кода. Соответствующие программно-технологические решения успешно апробированы в системе поддержки принятия решений по формированию и оперативной реконфигурации производственных планов предприятия [4].

Модель подана в обобщенном виде и требует уточнения, а также развития для конкретных случаев применений. В частности, представленные программные решения базируются преимущественно на концепции «тонкого клиента», что предусматривает создание соответствующих модулей для решения каждой подзадачи, из которых состоят отдельные функции системы. Для некоторых совокупностей задач СЦ такой подход может оказаться нерациональным.

Литература

1. Гречанинов В.Ф. Сеть ситуационных центров органов государственной власти - базис для повышения эффективности их деятельности (взаимодействия) / В.Ф. Гречанинов, Е. Кузьменко, А. В. Лопушанский, А.А. Морозов // Математические машины и системы, № 3, 2018 - С. 32 - 39.

2. Морозов А.А. Ситуационные центры. Понятия и определения / А.А.Морозов // Математические машины и системы., №1., 2016 - с. 48 - 54.

3. Грибков С.В. Инструментальная модель ВЕБ-ориентированной программной реализации подсистемы поддержки принятия решений в составе программного комплекса ситуационного центра / С.В.Грибков, В.А.Литвинов, Г.В. Олийник // Математические машины и системы, № 1, 2020 - С. 73 - 81.

4. Hrybkov S., Oliinyk H., Litvinov V. Web-oriented decision support system for planning agreements execution // Eastern-european journal of enterprise technologies Vol 3, No 2 (99), 2018. - С. 13 - 24.

РОЗРОБКА МОБІЛЬНОЇ ГРИ “PHOTO HUNTER”

Федоров В.В., Луданик Р.В.

Національний університет «Чернігівська політехніка», Україна

Відеоігри – один із найпопулярніших методів дозвілля сьогодення. Усі ми знаємо про шкоду відеоігор, особливо для дітей, але мало де розповідають і про те що від них є користь. При помірному проведенні часу у відеоіграх можна розвинути свій мозок. А мобільні пристрої надають більше можливостей, оскільки вони портативні та завдяки цьому можна створити унікальний досвід використання, наприклад спонукати до активного способу життя. Тому мобільні ігри зараз створюють з технологіями доповненої чи віртуальної реальності та використанням машинного навчання.

Google Cloud Vision API [1] використовується для розпізнавання об’єктів на фотографіях. Цей функціонал можна використовувати у ігрових цілях. У грі можна колекціонувати якісь об’єкти за допомогою камери, шукати їх та спонукати гравців на те щоб думати які ще можна знайти.

Задача наступна: створити ігровий додаток на мобільну платформу який буде використовувати технологію розпізнавання об’єктів на фотографіях. Сама гра повинна спонукати гравців думати та досліджувати навколишній світ та предмети навколо, розвивати увагу, спостережність. Інтерфейс має бути дружнім до користувача та приваблювати дітей.

“Photo Hunter” – реалізація цих ідей.

Архітектуру додатку можна зобразити так:

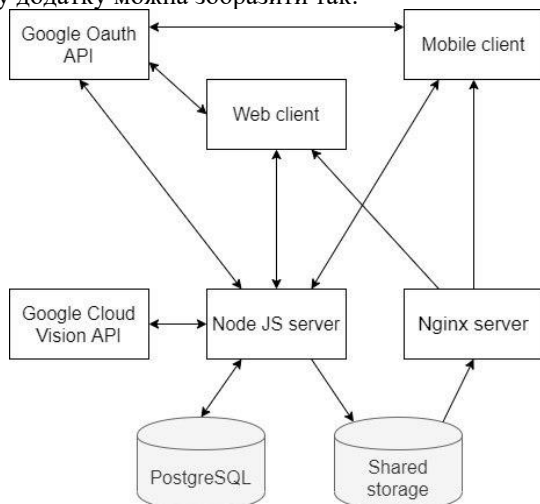


Рисунок 1 – архітектура додатку “Photo Hunter”

Вона включає у себе

1 Клієнтський мобільний застосунок

2 Адмінський веб-застосунок

3 Node JS сервер [2]

4 Google Cloud Vision API сервіс

5 Google OAuth API сервіс [3]

6 Nginx сервер [4]

7 PostgreSQL база даних [5]

Центром додатку є Node JS сервер, який отримує запити від клієнтів та авторизує користувача. Усі клієнтські додатки та авторизуються через Google OAuth API сервіс, а Node JS сервер верифікує через нього користувачів. Сервер також отримує запити на отримання колекцій та предметів користувача та оброблює запити на додання нових предметів у колекції. Сервер для цього взаємодіє із базою даних, та сервісом Google Cloud Vision API, який повертає набір предметів що було розпізнано. Node JS сервер порівнює для цього дані користувача про колекції та поповнює колекції користувача у разі знайдення такого предмету.

Nginx сервер дає змогу отримати статичні ресурси, такі як картинки або щось інше. Перевага nginx у тому що він краще обслуговує багато запитів та ще така архітектура зменшує навантаження на основний Node JS сервер. Для запису статичних ресурсів через адмінський веб-додаток використовується спільне сховище. Таким чином коли веб-клієнт відправляє на Node JS сервер запит на додання нового предмету, Node JS записує у базу даних дані про предмет, а картинку записує у спільне сховище, яке потім може віддавати ресурси до клієнтів.

Для реалізації цього застосунку було обрано технології які дозволяють написати усе на одній мові програмування TypeScript [6]. Таким чином розробники можуть замінити один одного або взяти когось у команду і він швидко розбереться з усім.

Мобільний застосунок має дизайн та інтерфейс більш привабливий для дитячої аудиторії, що дозволяє привернути увагу дітей. Фреймворк React Native [7] дозволяє отримати нативний досвід використання застосунку.

Посилання:

1 Vision AI | Derive Image Insights via ML | Cloud Vision API? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cloud.google.com/vision>

2 Node JS. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://nodejs.org/en/>

3 Using OAuth 2.0 to Access Google APIs. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://developers.google.com/identity/protocols/oauth2>

nginx. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://nginx.org/en/>

4 PostgreSQL: The world's most advanced open source database. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.postgresql.org/>

5 TypeScript language. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.typescriptlang.org/>

6 React Native · A framework for building native apps using React. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://reactnative.dev/>

УДК 004.05

АТТРИБУТИВНАЯ МОДЕЛЬ ГАРАНТОСПОСОБНОСТИ КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ

Муха Ар.А.

Институт проблем математических машин и систем НАНУ

Важным аспектом процесса создания гарантоспособных управляющих систем критического назначения является проблема, связанная с определением количественной оценки достигнутого уровня гарантоспособности компьютерной системы (КС) при проектировании. Одним из решений этой проблемы является выполнение сравнительной оценки уровня гарантоспособности различных вариантов реализации КС с целью поиска эффективного варианта ее реализации.

На сегодняшний день определение комплекса метрик и атрибутов гарантоспособности, позволяет подойти к формализации обобщенного критерия уровня достигнутой гарантоспособности разрабатываемой системы [1].

Для этого необходимо каждый атрибут модели рассматривать как комплекс метрик, которые могут быть измерены расчетными, экспертными или экспертными методами.

На основе количественных оценок метрик необходимо вычислять количественные оценки атрибутов и далее через них вычислять количественные оценки достигнутого уровня гарантоспособности рассматриваемой системы для различных вариантов ее выполнения.

В качестве аналитического выражения атрибутивной модели гарантоспособности КС (АМГКС), предлагается использовать функционал, составляющими которого являются нормированные значения количественных оценок уровней реализации атрибутов и метрик с соответствующими весовыми коэффициентами. Величины весовых коэффициентов зависят от особенностей применения каждой конкретной системы и могут быть вычислены аналитически или оценены экспертным методом.

$$G_{(AM)} = \sum_{i=1}^n B_i A_i,$$

где n - количество атрибутов АМГКС; B_i - коэффициент влияния i -го атрибута; A_i - количественная оценка уровня выполнения i -го атрибута в относительных величинах.

$$A_i = \sum_{j=1}^{m_i} \beta_{ij} M_{ij},$$

где m_i - количество метрик i -го атрибута, β_{ij} - вес j -й метрики i -го атрибута, M_{ij} - количественная оценка уровня выполнения j -й метрики i -го атрибута в относительных величинах.

Количественные оценки уровня выполнения метрики представляют собой относительные величины, нормированные на значения, заданные в спецификации, или предельные значения.

Подставив (1.1) в (1.2), получим математическую модель комплексной оценки уровня гарантоспособности КС:

$$G_{(AM)} = \sum_{i=1}^n B_i \sum_{j=1}^{m_i} \beta_{ij} M_{ij}. \quad (1.3)$$

Предложенный комплексный показатель (1.3), основанный на атрибутивной модели, должен учитывать критерии реализации каждой из метрик системы.

Для этого предлагается при расчете такого критерия учитывать установленные в техническом задании требования. Например, установлено минимально допустимое значение вероятности безотказной работы отказоустойчивой системы ${}^f_c R_s^q \min = 0,996$, а также максимальное значение ${}^f_c R_s^q \max = 1$, а расчетное фактическое значение параметра создаваемой системы ${}^f_c R_s^q = 0,999$. Тогда, для вычисления уровня реализации метрики, с целью сопоставления различных по величинам метрик можно применить метод равномерной оптимизации. Таким образом находится взаимоотношения $M = ({}^f_c R_s^q - {}^f_c R_s^q \min) / ({}^f_c R_s^q \max - {}^f_c R_s^q \min) = (0,999 - 0,996) / (1 - 0,996) = 0,75$.

Также, эта же задача может быть решена несколько иным, экспертным способом благодаря установлению уровня выполнения метрики в процентном отношении.

Поскольку значение каждой метрики может быть вычислено несколькими методами, полученные значения могут быть усреднены или избран наиболее точный метод вычисления метрики.

Предложенный подход проведения расчета уровня гарантоспособности разрабатываемой системы позволяет осуществлять сравнение различных вариантов ее реализации.

Муха Ар.А. Кількісна оцінка рівня гарантоздатності комп'ютерних систем. Математичні машини і системи. 2019. № 4. С. 146–153.

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ СЛУЖБИ ПІДТРИМКИ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕРЕЖ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Журко Д. О., Білоус І. В.

Національний університет “Чернігівська політехніка”

Теорія масового обслуговування – розділ теорії ймовірностей, що заклад теоретичні основи конструювання і експлуатації мереж масового обслуговування. У теорії масового обслуговування використовуються методи теорії ймовірностей і математичної статистики [1].

Використовуючи засоби теорії масового обслуговування можна моделювати широкий клас систем в фінансово-економічній сфері, сфері виробництва та обслуговування [2]. Особливо корисними вони стали з появою високонавантажених програмних систем, де з їх допомогою можна дослідити поведінку системи під навантаженням ще до її реалізації та впровадження [3].

Однією із класичних задач, де застосовуються засоби теорії масового обслуговування, є моделювання роботи служби підтримки користувачів. Розглядаючи її в розрізі мережі масового обслуговування, можна представити звернення користувачів як заявки, операторів у вигляді приладів-обробників, що мають чергу заявок на обробку [4].

Кожного із операторів можна охарактеризувати низкою параметрів, зокрема середнім часом обслуговування заявки та вірогідністю успішного обслуговування. Усі ці параметри впливають на перебіг процесів в системі під час моделювання. Крім того, мережа може бути ускладнена декількома лініями обробки операторів для обробки більш складних заявок, що не змогли обробити оператори попередньої лінії, відповідно до принципу роботи конкретної служби підтримки, що моделюється.

Типова мережа масового обслуговування, що моделює роботу служби підтримки, зображена на рисунку 1:

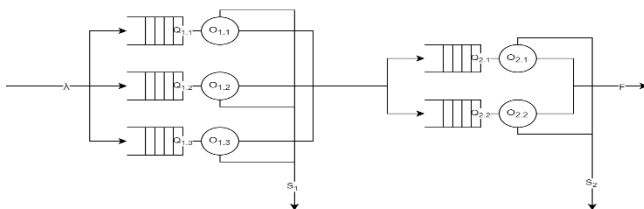


Рисунок 1 – Мережа масового обслуговування служби підтримки

Тут вхідний потік заявок λ рівномірно розподіляється між трьома обробниками першої лінії обслуговування. У разі успішної обробки заявки вони поступають у вихідний канал S_1 , а у разі невдачі – обслуговуються операторами другої лінії підтримки.

Проте, зважаючи на нерівномірний характер обслуговування заявок кожним із операторів, доцільним буде оптимізувати стратегію розподілу заявок між операторами. Зокрема, для кожного оператора O можна оцінити величину $score(O)$, що прямо пропорційна статистичній ймовірності $rate$ успішної обробки заявки та обернено пропорційна середньому часу обслуговування заявки t_{avg} і довжині черги до обробника q (1).

$$score(O) \propto rate, \frac{1}{t_{avg}}, \frac{1}{q} \quad (1)$$

То з усіх доступних на даній лінії k операторів буде доцільно вибрати того, що має найбільшу функцію оцінки (2):

$$score(O_{next}) = \max(score(O_i)), i = \overline{1, k} \quad (2)$$

За функцію оцінки можна взяти будь-яку із функцій, що задовольняє вищезгаданій умові (1), та поведінка якої найкраще підходить для вирішення конкретної задачі розподілення заявок: оптимізація середнього часу обробки, ймовірності невдачі чи довжини черг до оператора.

Описана модель реалізує більш оптимальну стратегію розподілу заявок між паралельними обробниками, враховуючи їх статистичні особливості, ніж випадковий розподіл чи розподіл за пріоритетом, що дозволить покращити загальні показники роботи служби підтримки.

Список використаних джерел

1. Стеценко, І. В. Моделювання систем // І. В. Стеценко. – Черкаси: ЧДТУ, 2010. – 399 с.
2. Саакян, Г. Р. Теория массового обслуживания // Г.Р. Саакян. – Шахты: ЮРГУЭС, 2006. – 28 с.
3. Beasley, J. E. Queueing theory [Електронний ресурс] // J.E. Beasley. – Brunel University London – Режим доступу до ресурсу: <http://people.brunel.ac.uk/~mastjjb/jeb/or/queue.html>
4. Солнышкина, И. В. Теория систем массового обслуживания // И. В. Солнышкина. – Комсомольск-на-Амуре: КнАГТУ, 2015. – 399 с.

СТРУКТУРА И ОРГАНИЗАЦИЯ ВЕБ-СЛОВАРЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТЯХ РАЗРАБОТКИ, МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПОДДЕРЖКИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГАРАНТОСПОСОБНЫХ СИСТЕМ

Т.З. ФИДАРОВ*

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

Системное развитие исследований в проблемной (предметной) области (ПрО) по созданию и эксплуатации гарантоспособных систем (ГС) критического применения, позволило в период после публикации работы по базовой таксономии ГС [1] в 2004 г., - получить ряд новых основополагающих результатов [2 - 7]. Очевидно, что дальнейшему развитию этой ПрО могли бы способствовать как разработка интегральной методологии анализа и синтеза разрабатываемых и выбираемых в процессах разработки, опытной и промышленной эксплуатации ГС, методы и средства решения для них комплексов разноплановых задач исследований, так и создание объединяющего эти проблемы таксономического инструментария, который стал бы адекватным и интегральным по структуре и организации неким «преддверием в тайны ГС». Реализация такого инструментария, по сути, требует использования технологии ВЕБ-доступа к терминологии в этой развивающейся области, занесенной в соответствующие табличные базы данных..

Целью данной работы является представление основ методики построения, периодического обновления и совершенствования технологии доступа к глоссарию терминов (пополнения и коррекции формулировок (иногда, даже цитат) терминов, а также программирования оперативного ВЕБ-доступа к включённым в глоссарий формулировкам терминов), отражающих в своей совокупности системную цельность ПрО ГС. После завершения этапа первичного формирования глоссария по результатам имевшихся ранее достижений в данной ПрО, следует обеспечить и возможность введение новых терминов с учётом новых результатов в этой ПрО.

В этом плане не всегда достаточно найти лишь новый термин для глоссария. Включение новых терминов возможно только на основе установления их системной взаимосвязи с ранее уже объективно и обоснованно включёнными в таксономию терминами, как это сделано, к примеру, в работе [1]. Мало того, в процессе практического использования глоссария, часто может возникать необходимость уточнять (унифицировать, стандартизировать) определения смысла каждого из терминов глоссария, добиваясь, по возможности, однозначной и стандартизированной его трактовки. Использование такого подхода позволяет практически после обоснованного введения каждого нового термина

переходить от этапа организационного формирования (переструктуризации) глоссария, - к этапу практического использования новых понятий в составе веб-словаря для ПрО ГС.

В соответствии с целью данной работы, выделим как результаты работ по созданию основ указанной интегральной методологии [1-7], так и работы по систематическому таксономическому анализу особенностей научно-практических результатов в рамках практических приложений рассматриваемой ПрО [8- 10]. Активация подобных публикаций после работы [1] вызвана тем, что результаты этой работы, как предполагалось авторами, должны были стать адекватным ориентиром для новых научных исследований не только в указанной, но и в смежных ПрО, а особенно в тех из них, которые связаны с новыми информационными и компьютерными технологиями (ИТ и КТ).

Анализ работ по направлению таксономического анализа ПрО ГС показал, что необходимый таксономический инструментарий должен строиться на основе учёта следующих важнейших качеств, присущих разработкам в ПрО ГС:

- эволюционный характер развития теории и практики построения ГС;

- практически необозримое поле для расширения области современных практических приложений ГС, включая необходимость распространения свойств (средств) обеспечения гарантоспособности, - на их развитую инфраструктуру и межсетевое взаимодействие (удалённые объекты, отдельные группы пользователей и т.п.);

- сугубо междисциплинарный научно-практический характер таких разработок, поскольку реализация свойств (средств) обеспечения гарантоспособности, - обязательно предполагает наличие у разработчиков знаний во многих областях системотехники.

Таким образом, при создании и совершенствовании указанного таксономического инструментария, следует сосредоточиться на решении следующих задач:

- выбрать из числа ведущих работ, - наиболее значимые для ПрО ГС терминологические единицы (с учётом особенностей методологии [1]);

- в структуре таксономического дерева [1] и его модернизированного варианта [10] (рис. 1), присвоить каждой группе понятий (ветвям дерева) соответствующий классификационный уровень; После чего

- включить все понятия, регламентируемые деревом [10] в отдельную структурированную таблицу, в которой каждое понятие следует расположить в соответствии с присвоенным им уровнем;

- в отдельном столбце этой таблицы следует привести наиболее системное и точное на данный момент определение каждого из включённых в таксономию понятий (если таковое имеется), причём такие определения целесообразнее давать на двух или более языках, что, как правило, позволит ещё более уточнить адекватность формулировок этих понятий, данные ранее на исходном или на базовом терминологическом языке (в данном случае, - английский язык).

Отметим также, что необходимость дальнейшего оперативного совершенствования базовой и последующей редакций таксономического инструментария с учётом развития теории и практики ГС как после публикации [1], так и в будущем, связана с перспективой разработки для ПрО ГС соответствующего международного терминологического стандарта.

Как мы отмечали, наиболее системно и адекватно основы современной таксономии ГКС описаны в работе [1] (в неё включено более 200 терминов на английском языке, объединенных в структуре единого таксономического дерева). Современное развитие результатов по ГС вызвало необходимость модернизации этого дерева с учётом возникновения в этой ПрО новых направлений. Структура модернизированного автором таксономического дерева понятий в области ГС приведена на рис. 1.

Развитие полученных нами результатов в направлениях таксономического анализа ПрО ГС создания управляемого ВЕБ-словаря [11], в частности, осуществлено путём упорядочения, уточнения структуры и смыслового содержания онтологического дерева ПрО ГКС и создания на этой основе управляемого трёхязычного (английский, украинский, русский) веб-словаря (гlossария), включающего в совокупности более 350 терминов. Практическое использование этого веб-гlossария во многом позволит ещё более систематизировать знания в ПрО ГКС, что обеспечит выход реальных практических исследований в этой области на новые инструментально-технологический и практический уровни.

Кроме того, в качестве основы для выявления актуальных проблем в исследованиях по ГС и в плане дальнейшего развития структуры и организации модели ПрО ГС, использование предлагаемого онтологического инструментария не только гораздо упрощает строить адекватные аналитические, имитационные и аналитико-имитационные модели [10] для решения наиболее актуальных задач в этой области, но и позволяет делать это более обоснованно.

В то же время, как показали результаты работы [11], весомость результатов, полученных к настоящему времени в ПроО разработки, создания и поддержки ГКС, - всё ещё недостаточно высока из-за отсутствия единой методологической основы построения и анализа подобных систем, функционирующих в качестве СКрП на всём периоде жизненного цикла (ЖЦ) ГКС (от формирования концепции их разработки до утилизации), поэтому подобная работа нами ведётся.

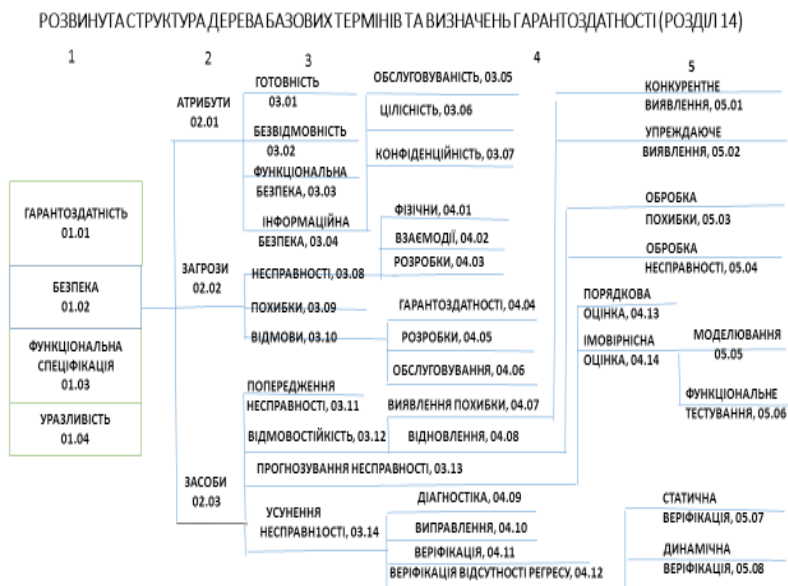


Рис. 1

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Avizienis A., Laprie J.-C., Randell B., Landwehr C. Basic Concepts and Taxonomy of Dependable and Secure Computing // IEEE Trans. on Dependable and Secure Computing. – 2004. – Vol.1, № 1. – P. 11-33.
2. Харченко В.С. Гарантоспособность и гарантоспособные системы: элементы методологии / В.С. Харченко // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2006. – № 5 (17). – С. 7 – 19.
3. Харченко В.С. Гарантоздатні системи та багатOVERсійні обчислення: аспекти еволюції / В.С. Харченко // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2009. – №7 (41). – С. 46 – 59.
4. А.В. Федухин, Б.Г. Мудла. Гарантоспособность компьютерных систем – мода или объективная необходимость // Математичні машини і системи. - 2014. - № 4. - С. 179-188.

5. Thesis by Roberta Velykiene in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Philosophy «Applications of Dependable Computing Concepts to National Infrastructure Systems» // School of Computing Science, Newcastle University, Newcastle upon Tyne, UK, October, 2013. – с. 97.

6. Felici M. Taxonomy of Evolution and Dependability / Felici M. School of Informatics, The University of Edinburgh, United Kingdom // Research Programme: “A Formal Framework for Requirements Evolution”. – pp. 1-11.

7. Avizienis A. An Immune System Paradigm for the Assurance of Dependability of Collaborative Self-organizing Systems // Режим доступа: <http://opendl.ifip-c6.org/db/conf/ifip10/bicc2006/Avizienis06.pdf>.

8. J. Hu, Peter Bertok, Z. Tari / RMIT University, Melbourne, Australia // Modeling the interaction between Dependability and SECURITY. Taxonomy and Framework for Integrating Dependability and Security, – 2007. - 6 chapter, pp. 148-173.

9. Massimo Felici. Taxonomy of Evolution and Dependability. / School of Informatics, The University of Edinburgh, United Kingdom. – 2004. – с. 11.

10. Т.З. Фидаров Основы методики построения и периодического обновления глоссария для исследований по обеспечению устойчивого функционирования гарантоспособных систем. Математичні машини і системи, 2015, № 4. С. 152 – 162.

11. Андон Ф.И., Резниченко В.А. Управляемые словари, таксономии, тезаурусы и онтологии в семантическом вебе. // Киев: ж. «Инженерия программного обеспечения». – № 1 (13), 2013. – С. 40-48.

УДК 517.957

МОРФОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ОБРОБКИ ПРИРОДНЬОЇ МОВИ ДЛЯ РОБОТИ З ПОШУКОВИМИ ЗАПИТАМИ

Н.О. Ткачук

Національний університет «Чернігівська політехніка»

Природня мова – це мова спілкування людей, яка не має автора та не була створена штучно, на відміну від мов програмування чи мови жестів. На даний момент значна частина даних є представленими у вигляді природної мови, що є типовим для людей.

Обробка природних мов (NLP) - це підмножина техніки штучного інтелекту, яка використовується для звуження розриву в комунікаціях між комп'ютером та людиною.

При обробці природної мови стають важливими такі розділи наук.

Фонологія - це наука, яка допомагає зрозуміти закономірності у звуці та мовленні, що пов'язані зі звуком своєю фізичною сутністю.

Прагматика – наука, що вивчає різні способи використання мови.

Морфологія – наука, що стосується будови слів та систематичних зв'язків між ними.

Синтаксис – наука, що вивчає структуру речень.

Семантика – наука, що стосується прямого значення слів, словосполучень, а також речень.

До вчених, що вивчають дану тему в світі, відносяться Y. Goldberg [1], J. H. Martin [2], D. Jurafsky [2], R. M. Reese [3]. Серед українців аналіз природної мови вивчають Н. П. Дарчук [4] та В. Ю. Тарануха [5].

Обробка природної мови використовується в таких сферах бізнесу:

- 1 розвиток голосових помічників;
- 2 виявлення настрою клієнта;
- 3 виявлення спаму;
- 4 набір нових співробітників;
- 5 робота чат-ботів.

Традиційно аналіз структури слів (морфологія) поділяється на два основні поля як флексія та деривація. Тому морфологічна структура кожного слова може включати такі елементи, як префікс, суфікс, закінчення або навіть окремий корінь, і ці елементи можуть змінювати значення основного кореня або основи слова [6].

Морфологічний аналіз використовують для нормування тексту. Нормування тексту – це приведення кожного слова до його нормальної форми, для більш швидкого та точного аналізу програмними засобами.

Нормування приводить слова до наступного вигляду:

- 1 іменники до називного відмінку однини (коти – кіт);
- 2 дієслова до інфінітивної форми (прибігла – бігати);
- 3 прикметники до називного відмінку однини чоловічого роду (красивими – красивий).

Розглянемо два основних алгоритми нормалізації слів.

Стемінг – це технологія відкидання суфіксів, префіксів та закінчення слів так, щоб отримати однаковий для всіх граматичних форм слова корінь, що називаю стемом [7]. Стем слова – його найбільш елементарна форма, яка може мати або не мати семантичну інтерпретацію.

У документах, написаних природною мовою, важко отримати необхідну інформацію шляхом комп'ютерного аналізу. Оскільки для мови характерні різні морфологічні варіанти слів, це призводить до невідповідності лексики. В алгоритмах, що використовують стемінг, документи представлені стемами, а не початковими словами. Це означає, що основні алгоритми можуть значно зменшити розмір індексу документа, особливо для мов із сильною перебіркою (до таких відноситься українська та російська мови), що призводить зростання ефективності обробки за часом та вимогами до пам'яті.

Проте існують випадки, коли стемінг працює неточно. Це пов'язано з мовами, що мають дуже багато словоформ зі змінною формою кореня. Це може спричинити нерелевантні результати, що формують три типи помилок.

Помилки стемінгу першого роду виникають, коли стем співпадає зі словом, що має інше значення.

Помилки стемінгу другого роду пов'язані з тим, що стем не охоплює всі слова, що підходять по сенсу. Для запобігання помилок першого та другого роду необхідно контролювати довжину стему.

Помилки третього роду спричиняють слова, що змінюють букви в середині кореня при відмінюванні.

Лематизація - це завдання знаходження базової форми - леми - заданої словоформи. Процес схожий, хоча і не є тотожним, завданням стемінгу, що видаляє афікси зі слова і повертає стем, найбільшу спільну частину, поділену морфологічно спорідненими формами.

Лематизація вимагає словник мови, якою написаний текст. Програму забезпечення виконує пошук для всіх слів тексту їх нормальної форми по словниках і це може суттєво знижувати продуктивність.

Метод лематизації використовується в пошукових алгоритмах в процесі схематизації веб-документів при їх індексуванні. Також лематизація допомагає пошуковим системам знаходити дублі, які відрізняються один від одного лише словоформами.

Пошукові алгоритми порівнюють не словоформи, а леми. Якщо леми в шинглі співпадають, то шинг визнається не унікальним. Шингл – це невелика частинка тексту від 2 до 7 слів. Тексти розбивають на шингли при перевірці текстів на унікальність.

Лематизація пошукових запитів дозволяє уникнути прихованих дублів при формуванні семантичного ядра для просування. Наприклад, «замовити піцу Київ» та « Київ замовити піцу» для пошукових систем є одним і тим самим запитом «замовити Київ піца».

В 2013 році пошукові системи стали використовувати технологію DSSM (Deep Structured Semantic Model). Модель DSSM використовується для ранжування пошукових результатів. Вона може відновити приховану семантичну структуру пошукового запиту та текстової сторінки, будуючи векторне представлення в малому просторі за допомогою багатозарової нейронної мережі [8].

На початку для кожного тексту будується векторне представлення на основі трьох-буквених n-грам. В першу чергу текст склеюється в одне слово (видаляються всі прогалини і будь-які інші символи крім літер англійського та українського алфавіту). Після чого будується векторне представлення за аналогією з моделлю мішка слів, тільки замість слів виступають такі трьох-буквені поєднання.

По-перше, таке перетворення вирішує проблему помилок в тексті. Довге слово, в якому зроблена помилка в одній букві, матиме схоже приховане уявлення з оригінальним словом і система зможе використовувати цю інформацію. На відміну від моделі мішка слів, де ніякого зв'язку між такими словами не буде зафіксовано та для слова з помилкою просто не буде зібрано ніякої статистики [9].

По-друге, ця модель вирішує проблему довгих непопулярних складних слів, таких як «кораблебудування». Модель, на подібні того як це

робить маленька дитина, припускаючи значення слова, яке він не знає, припустить, що це слово чимось схоже на слова «кораблі» і «будівництво» і побудує схоже приховане уявлення як ніби їй на вхід прийшов запит «будівництво кораблів». Таким чином дане перетворення дозволяє будувати скільки завгодно масштабовані моделі для словників довільних розмірів [9].

Таким чином, обробка природньої мови є важливою галуззю науки, що впливає на розвиток сучасних технологій керування комп'ютерними системами за допомогою голосу. Використання морфологічних підходів, як стемінг та лематизація, допомагають зменшити час обробки тексту та виявляти його тематику. Ці підходи активно використовуються пошуковими системами для розуміння запитів користувача.

Література

1 Goldberg Y. Neural Network Methods for Natural Language Processing / Y. Goldberg. – Morgan & Claypool Publishers, 2017. – 309 p.

2 Jurafsky D. Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Speech Recognition, and Computational Linguistics. 2nd Edition, / Jurafsky D., Martin J. – 2009 [Electronic resource] – URL: <http://www.cse.iitk.ac.in/users/mohit/Speech-and-Language-Processing.pdf>

3 Reese R. M. Natural Language Processing with Java / R. M. Reese. – Packt Publishing, 2015. – 262 p.

4 Дарчук Н. П. Комп'ютерна лінгвістика (автоматичне опрацювання тексту): підручник / Н. П. Дарчук. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. – 351 с.

5 Тарануха В. Ю. Інтелектуальна обробка текстів: [навчальний посібник]/В. Ю. Тарануха. – Київ: електронна публікація на сайті факультету, 2014. – 80 с.

6 Altan, Zeynep. (2002). THE ROLE OF MORPHOLOGICAL ANALYSIS IN NATURAL LANGUAGE PROCESSING. Anadolu University Journal of Science and Technology. 3. 59-76.

7 Веселов А. В. Обзор алгоритмов нормализации слов для их использования в поисковых запросах / Веселов А. В. // Информационные технологии в экономике и управлении. – 2018. – с. 197 – 199.

8 Huang, Po-Sen & He, Xiaodong & Gao, Jianfeng & Deng, Li & Acero, Alex & Heck, Larry. (2013). Learning deep structured semantic models for web search using clickthrough data. 2333-2338. 10.1145/2505515.2505665.

9 Хальман М. А. Методы персонализации показа объявлений в рекламной сети [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.machinelearning.ru/wiki/images/5/52/2015_417_KhalmanMA.pdf

АДАПТИВНЕ УПРАВЛІННЯ ЗАХИЩЕНІСТЮ КОРПОРАТИВНОЇ МЕРЕЖІ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Філон А.А., Гребенник А.Г.

Чернігівський національний технологічний університет, Україна

У сучасному світі корпоративна мережа (КМ) представляє собою невід'ємний засіб для своєчасного обміну інформацією всередині будь-якої компанії [1]. Вона забезпечує успішну роботу учасників колективу, будь то невелика фірма чи цілий холдинг. Розповсюдження цифрових технологій у всіх галузях стимулює широке впровадження КМ на різних рівнях бізнесу незалежно від типу, специфіки чи масштабу діяльності.

Правильне проектування є досить важливим етапом при побудові корпоративної мережі. Зменшення часу простою КМ у разі апаратних, програмних і технічних помилок передбачає стабільний, безперервний обмін даними між усіма учасниками.

Спеціальні програми і тонкі налаштування прав доступу до окремих документів, функцій і розділів знижують ризик витоку інформації, втрати конфіденційних даних. Крім цього, тих, хто здійснює вторгнення, можна відстежити за допомогою програмних рішень.

Побудова КМ базується на узгодженій архітектурі даних, платформ і додатків, за допомогою яких забезпечується обмін інформацією між користувачами. Отримання функціонуючої корпоративної мережі додатково передбачає розробку засобів обслуговування і захисту баз даних.

Постійна захищеність мережі дає велике навантаження на програмні і апаратні засоби, унаслідок чого збільшуються затрати на обробку усіх операцій. Варто приділити увагу оптимізації підходу щодо встановлення затребуваного в даний момент рівня захищеності КМ, наприклад так званим адаптивним алгоритмам, що координують роботу всієї адаптивної системи управління безпекою КМ.

Метою роботи є дослідження адаптивного алгоритму для зменшення навантаження на апаратне та програмне забезпечення КМ та підтримки необхідного рівня безпеки інформації у довільний момент часу на базі нечіткої логіки.

Система управління безпекою КМ – це комплексний механізм захисту управління, що забезпечує в реальному часі затребуваний рівень захищеності з урахування важливості оброблюваних даних в КМ. Вона складається із засобів аналізу захищеності, що виконує пошук уразливих місць та оцінює затрати на реалізацію вразливості; засобів виявлення атак, що виконують оцінку підозрілих дій в КМ; засобів адаптації, що визначають затребуваний рівень захищеності в даний момент часу; засобів управління, що координують роботу всієї адаптивної системи управління захищеністю КМ.

Для ефективного управління безпекою КМ пропонується використувати адаптивне управління на основі еталонної моделі, при цьому за

еталонну моделлю виступають профілі або шаблони безпеки – параметри конфігурації безпеки КМ [4]. База профілів безпеки складається попередньо на основі даних про функціонування системи захисту КМ.

Для оцінювання рівня захищеності КМ на основі адаптивного алгоритму вводиться поняття помилки регулювання $\Delta = y_m - y_p$, де y_m – заплановані параметри безпеки, а y_p – урегульовані параметри безпеки. Звідси помилка регулювання $\Delta = 0$, якщо параметри безпеки КМ постійні і не виникає потреба «вмикати» засоби адаптації. Але у випадку коли параметри безпеки КМ змінюються (як наслідок зміни рівня захищеності оброблюваної інформації), уже виникає потреба ініціалізувати засоби адаптації системи захищеності КМ, для того щоб привести функціонування системи захисту інформації до необхідних параметрів.

Функціональні вимоги щодо безпеки для користувачів КМ можуть визначити певні існуючі стандарти захисту інформації. Найвідомішими є ISO/IEC 15408 «Загальні критерії оцінки інформаційної безпеки», що створені за методологією і на основі каталогу вимог міжнародного стандарту у сфері безпеки інформації [2].

Математичний опис параметрів безпеки КМ на основі теорії нечітких множин дозволяє ефективно формалізувати і досліджувати багато не тільки кількісних, але і якісних подій шляхом їх представлення у вигляді: $\forall x \in X, A = \{(x, \mu_A(x))\}$, де $(x, \mu_A(x))$ – пара компонентів (синглетон), складена із елемента x і ступеня його належності $\mu_A(x)$ до множини X [5]. Для формалізації функціональних критеріїв оцінювання рівня захищеності КМ пропонується застосовувати апарат лінгвістичних змінних. В загальному вигляді, лінгвістична змінна характеризується набором компонентів: (x, T, D) , де x – ім'я лінгвістичної змінної, T – множина її термів або значень, D – область визначення значень [3].

Принцип побудови засобів управління захищеністю КМ на основі нечіткої логіки полягає в реалізації синтезу теорії нечітких множин і теорії планування експерименту. Функціональні критерії оцінювання рівня захищеності КМ (наприклад, знання і досвід експертів) формалізуються у вигляді полінома, а набір продукційних правил на основі функціональних критеріїв в певній точці факторного простору, що несуть імплікативну форму «Якщо..., то..., інакше...», складається як ортогональна матриця.

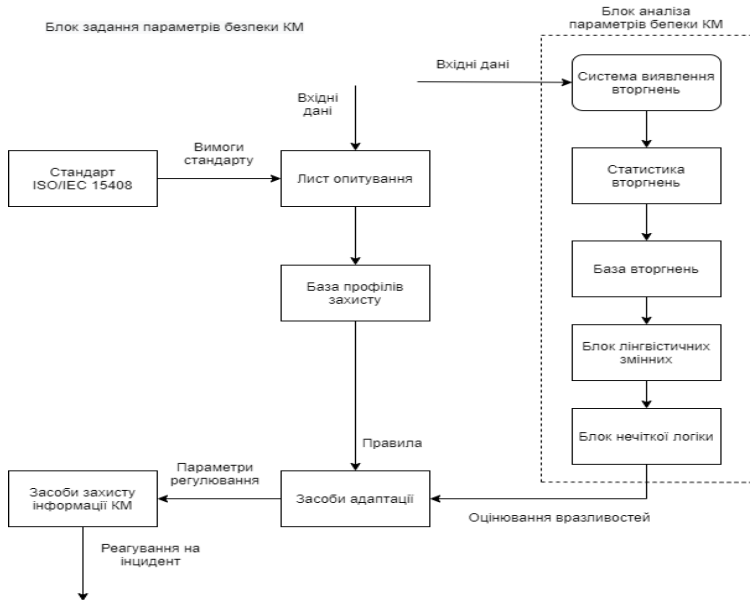


Рисунок 1 – Система адаптивного управління захищеністю з використанням профілів безпеки на основі нечіткої логіки

У загальному виді (рис. 1) алгоритм побудови прогнозованої моделі управління безпекою КМ здійснюється у декілька кроків. Спочатку визначається факторний простір задачі управління захищеністю КМ та межі шкали і термів по кожному з факторів. Потім формується матриця критеріїв та генеруються лінгвістичні змінні. Після цього розраховується коефіцієнт полінома формалізації, оцінюється помилка чисельного експерименту, адекватність отриманого полінома та точність моделі за критерієм Фішера. Рішення по управлінню безпекою КМ приймаються шляхом точних розв'язань нечітких рівнянь.

На рисунку 2 відображено середнє значення затрат функціональних засобів захисту інформації КМ двох різних типів: першого – що підтримують фіксований рівень захищеності та другого – що використовують механізм адаптивного управління безпекою КМ, показує, що обчислювальні витрати на реалізацію засобів захисту інформації постійно змінюються незалежно від типу, проте середнє значення витрат для систем другого типу нижче, ніж для систем першого типу [3].

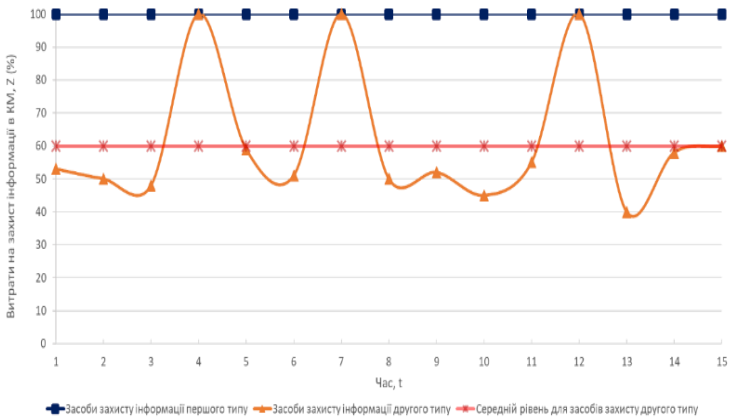


Рисунок 2 – Зміна обчислювальних витрат КМ на реалізацію функцій захисту для засобів захисту інформації першого і другого типу

Механізм адаптивного управління захищеністю КМ на основі нечіткої логіки забезпечує більшу ефективність, ніж звичайні, фіксовані механізми, що надає зниження усереднених витрат продуктивності мережі по обробці даних користувачів, і тому доцільно впроваджувати запропонований підхід при проектуванні засобів захисту корпоративних мереж.

Література

- 1 Нагиев, А.Ф. Корпоративные сети и проблемы безопасности // Международный научный журнал «Молодой учёный». – № 29 (133) / 2016, часть I. – С. 34–36.
- 2 Standard ISO 15408: "The common criteria for information technology security evaluation". – ISO Standards Bookshop.
- 3 Мухин В.Е., Стретович Е.Н. Адаптивное управление безопасностью компьютерных сетей на основе нечеткой логики // Научно-технический журнал «Захист інформації» №3, 2007. – С. 48–55.
- 4 Guide for Production of Protection Profiles and Security Targets. ISO/JTC1/SC27/N2449. DRAFT v0.9, January 2000.
- 5 Г.Ф. Нестерук, М.С. Куприянов. Нейронные системы с нечеткими связями // сб. трудов VI-ой междунар. конференции SCM'2003. - С.Пб, Т.1., 2003. - с. 341-344.

3D-МОДЕЛЮВАННЯ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ВНЗ В УКРАЇНІ

Ю.В. Бугай, З.М. Веремей

Чернігівський національний технологічний університет

У даний час тривимірна графіка знайшла широке застосування для створення зображень на площині в таких областях, як наукові розрахунки, інженерне проектування, комп'ютерне моделювання фізичних об'єктів та ін.

Тривимірна графіка – розділ комп'ютерної графіки, присвячений методам створення зображень або відео шляхом моделювання об'ємних об'єктів в тривимірному просторі [1]. 3D-моделювання – це процес створення тривимірної моделі об'єкта. Основним завданням 3D-моделювання є розробка візуального об'ємного образу бажаного об'єкта. При цьому, модель може, як відповідати об'єктам, так і бути повністю абстрактною.

Графічне зображення тривимірних об'єктів відрізняється тим, що включає побудову геометричної проекції тривимірної моделі сцени на площину (наприклад, екран комп'ютера) за допомогою спеціалізованих програм. Однак, зі створенням і впровадженням 3D-дисплеїв і 3D-принтерів, тривимірна графіка не обов'язково включає в себе проектування на площину.

Тривимірна графіка зазвичай має справу з віртуальним, уявним тривимірним простором, яке відображається на плоскій, двомірній поверхні дисплея або аркуша паперу. В наш час відомо кілька способів відображення тривимірної інформації в об'ємному вигляді, хоча більшість з них представляє об'ємні характеристики досить умовно, оскільки працюють з стереообладнанням. З цієї області можна відзначити стереоокуляри, віртуальні шоломи, 3D-дисплеї, здатні демонструвати тривимірне зображення. Кілька виробників продемонстрували готові до серійного виробництва тривимірні дисплеї [2]. Однак 3D-дисплеї як і раніше не дозволяють створювати повноцінної фізичної, відчутної копії математичної моделі, створюваної методами тривимірної графіки.

Для отримання тривимірного зображення на площині потрібно виконати наступні кроки [3]:

- 1) моделювання – створення тривимірної математичної моделі сцени і об'єктів в ній;
- 2) текстурування – призначення поверхонь моделей растрових або процедурних текстур (налаштування властивостей матеріалів – прозорість, відбиття, шорсткість та ін.);
- 3) освітлення – встановлення та налаштування джерел світла;
- 4) анімація – надання руху об'єктів;

5) динамічна симуляція – автоматичний розрахунок взаємодії частинок, твердих / м'яких тіл і ін. з модельованими силами гравітації, вітру, виштовхування і ін., а також один з одним;

6) візуалізація – побудова проекції відповідно до обраної фізичної моделі;

7) компоновка – доробка зображення;

8) вивід отриманого зображення на пристрій виведення – дисплей або спеціальний принтер.

Виконання перерахованих вище етапів дозволяє вирішувати завдання візуалізації найбільш складних і громіздких реальних об'єктів. Розробка тривимірних моделей знаходить застосування і при вивченні спеціальних дисциплін. Такі моделі (рис. 1) дозволяють наочно уявити досить складні для вивчення питання.

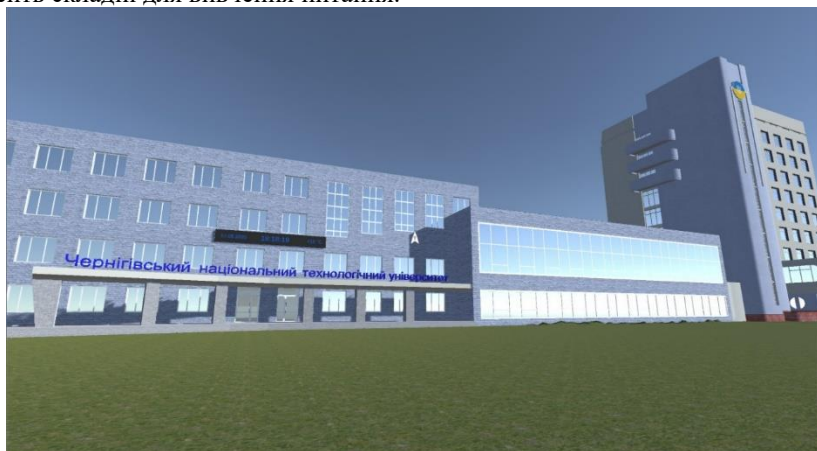


Рис. 1 – Тривимірна модель на прикладі ЧНТУ

Подання тривимірних моделей у вигляді сцен як окремих досить складних об'єктів, так і складових об'єктів, сприяє найкращому засвоєнню студентами викладеного матеріалу.

Таким чином, в порівнянні з плоским зображенням, тривимірне володіє рядом переваг [4].

1. Висока інформативність окремих зон екрана (в складних об'єктах). Складні геометричні побудови в 3D-форматі легко сприймаються і цілком зрозумілі. У 2D-режимі таку графіку розмістити неможливо.

2. Переваги при обертанні об'єкта. У звичайному просторі ніякого додаткового інформаційного плюса зміщення об'єктів вперед-назад не дає, проте в 3D-графіці картинка повністю змінюється – об'єкт розгортається під іншим кутом, так що можна побачити його розташування та місцезнаходження інших об'єктів щодо головної фігури.

3. Нові можливості перспективи. У двомірній графіці для відтворення ілюзії простору використовуються принципи створення перспективи: є кілька планів уявлення (близький більший, віддалений – невеликий), горизонт (як центр експозиції), тіні тощо. Але подібні ці прийоми

не завжди дають точну інформацію про об'єкт. У 3D-форматі глядач відразу вловлює реальні пропорції предметів, їх розташування в просторі – і для цього йому потрібно тільки раз поглянути на картинку. Цей закон діє навіть на об'єкти, розміщені хаотично на різній відстані один від одного.

4. Нові форми діаграм. У 3D-графіці можна додавати нові змінні у великій кількості, не втрачаючи при цьому інформативності та читабельності самої діаграми.

5. Вплив на фізичні реакції глядача. При правильному моделюванні сцени в 3D можна створити ефект дезорієнтації глядача в просторі: наприклад, ефект запаморочливої гонки, падіння, різкого перекидання і тощо. Людина приміряє на себе цю реальність і стає як би частиною її, сприймаючи як дійсність. Таких ефектів в 2D-графіці досягти майже неможливо.

Література

1 Ли Дж., Уэр Б. Трёхмерная графика и анимация. - 2-е изд. М.: Вильямс, 2002. – 640 с.

2 Херн Д., Бейкер М.П. Компьютерная графика и стандарт OpenGL. - 3-е изд. - М., 2005. – 1168 с

3 Иванов В.П., Батраков А.С. Трёхмерная компьютерная графика / Под ред. Г.М. Полищука. - М.: Радио и связь, 1995. - 224 с.

4 Види 3D моделювання. *Сайт 3d-modeli.net*. 2018. URL: <http://3d-modeli.net/uroki-3d/6175-vidy-3d-modelirovaniya.html> (дата звернення: 14.10.2018).

5 Миловський А. В. Как выбрать компьютер для 3D. Рекомендации 3D-шникам. *Сайт 3dmaster.ru*. URL: <https://3dmaster.ru/uroki/hardware-for-3d-graphics-designer/> (дата звернення: 14.10.2018).

6 Осадча К. П., Чемерис Г. Ю. Добір засобів тривимірного моделювання для формування графічної компетентності майбутніх бакалаврів комп'ютерних наук. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2017. Том 62, № 6. С. 70 – 85.

1. Groenendyk M. Cataloging the 3D web: The availability of educational 3D models on the internet. *Library Hi Tech*. 2016. 34(2). P.239-258. DOI: 10.1108/LHT-09-2015-0088.

2. Tien-Chi Huang, Chun-Yu Lin. From 3D modeling to 3D printing: development of a differentiated spatial ability teaching model. *Telematics and Informatics*. 2017. Volume 34, Issue 2. P. 604 - 613. DOI: 10.1016/j.tele.2016.10.005.

3. Trust T., Maloy R. W. Why 3D print? The 21st-century skills students develop while engaging in 3D printing projects. *Computers in the schools*. 2017. Volume 34, Issue 4. P.253-266. DOI: 10.1080/07380569.2017.1384684.

**MATHEMATICAL MODELING OF NON-GAUSSIAN
DEPENDENT RANDOM VARIABLES BY NONLINEAR
REGRESSION MODELS BASED ON THE MULTIVARIATE
NORMALIZING TRANSFORMATIONS**

S.B. Prykhodko, N.V. Prykhodko

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ukraine

It is known, the acceptance-rejection method may be used to simulate the non-Gaussian dependent random variable by the non-Gaussian joint distribution in the form of the probability density function. However, constructing the non-Gaussian joint distribution is a difficult problem, which makes it difficult to use this method for mathematical modeling and simulation of non-Gaussian dependent random variables. Also, nonlinear regression models may be applied for mathematical modeling and simulation of non-Gaussian dependent random variables. A nonlinear regression model in its structure contains an error term (a random variable), which is included additively or multiplicatively. In general we define the nonlinear regression model as in [1], where Y is a non-Gaussian dependent random variable, f is a nonlinear function; X is a vector of regressors (independent variables); β is a vector of parameters; ϵ is the error term that has the same properties as in linear regression, i.e. the Gaussian random variable which defines residuals, $\epsilon \sim N(0, \sigma^2)$.

In [1], we considered the techniques to construct the models, confidence and prediction intervals of nonlinear regressions based on the bijective multivariate normalizing transformations. However, there may be data sets for which the results of building the nonlinear regression models depend on firstly, which normalizing transformation is applied, univariate, or multivariate, and, secondly, are there any outliers in the data set. In this paper, we propose the technique to construct nonlinear regression models based on the multivariate normalizing transformations and prediction intervals. We use the prediction intervals of nonlinear regressions to detect the outliers in the process of constructing the nonlinear regression models. In general, this process is iterative since we repeat building the model for new data after the outlier cutoff.

We consider the technique to construct nonlinear regression models based on the multivariate normalizing transformations and prediction intervals. The technique consists of four steps. In the first step, a set of multivariate non-Gaussian data is normalized using a multivariate normalizing transformation. In the second step, the non-linear regression

model is constructed based on the multivariate normalizing transformation [1]. In the third step, the prediction interval of nonlinear regression is built according to [1]. And finally, at the fourth step, it is checked whether among the data for which the nonlinear regression model was constructed, those that go beyond the found boundaries of the prediction interval. And, if the outliers are detected, they are discarded, and we repeat all the steps, starting with the first, for new data.

The example of constructing a three-factor nonlinear regression model based on the Johnson four-variate transformation for the SB family to simulate the non-Gaussian dependent random variable depend on three predictors is given. There are six iterations in the process of constructing this nonlinear regression model. A comparison of the constructed model with the linear regression model and nonlinear regression models which are built by the univariate normalizing transformations (the Johnson and decimal logarithm ones) is performed. Parameters of the Johnson four-variate and univariate normalizing transformations for SB family were estimated by the maximum likelihood method. Parameters of the linear regression models for normalized data were estimated by the least square method.

The well-known standard metrics of prediction accuracy are used to judge the prediction accuracy of regression models. These metrics include a multiple coefficient of determination R^2 , a mean magnitude of relative error MMRE, and percentage of prediction at the level of magnitude of relative error (MRE), which equals 0.25, PRED(0.25). The values of R^2 , MMRE, and PRED(0.25) equal respectively 0.984, 0.103, and 0.862 for the constructed nonlinear regression model based on the Johnson four-variate transformation for the SB family with the estimators of parameters which are calculated for the 29 data rows from [2] after the outlier rejection.

The constructed model, in comparison with other regression models has larger values of R^2 , and PRED(0.25), smaller values of MMRE, and widths of the confidence and prediction intervals of regression. Note that the width of the nonlinear regression prediction interval based on the Johnson four-variate transformation is smaller than after the Johnson univariate transformation for 28 from 29 data rows, less than after Log10 transformation and smaller compared with the linear regression prediction interval width for all 29 data rows.

Such adequate prediction results for the created model might be explained by the better multivariate normalization of the non-Gaussian data, which we used to improve the three-factor nonlinear regression model based on the Johnson four-variate transformation for the SB family and outlier rejection. Multivariate normality was tested by the squared Mahalanobis

distance (SMD). A multivariate normality condition is only performed for the normalized data based on the Johnson four-variate transformation as for each row of the data; the SMD values are less than the Chi-Square distribution quantile, which equals to 11.14 for 0.025 significance level. Also, the values of the estimator of multivariate kurtosis indicate good multivariate normality for the normalized data based on the Johnson four-variate transformation only. In our case . The values of the estimator of multivariate kurtosis equal 34.82 and 25.09 for the 29 data rows, the normalized data based on the Johnson univariate and four-variate transformations for the SB family, respectively.

Conclusions. Mathematical modeling of the non-Gaussian dependent random variable by nonlinear regression model using multivariate normalizing transformation is performed. The technique to construct nonlinear regression models based on the multivariate normalizing transformations and prediction intervals is further developed. A three-factor nonlinear regression model to simulate the non-Gaussian dependent random variable depend on three predictors is improved based on the Johnson four-variate transformation for the SB family and discarding outliers by applying prediction intervals. This model, in comparison with other regression ones, both linear and non-linear, has larger values of multiple coefficient of determination, and prediction percentage, fewer values of a mean magnitude of relative error, and widths of the confidence and prediction intervals of regression. Suitable values of prediction accuracy metrics for the constructed model may be explained better multivariate normalization of the non-Gaussian data and the outlier rejection, which are applied to build one.

References

- 1.Prykhodko N.V., Prykhodko S.B.: Constructing the non-linear regression models on the basis of multivariate normalizing transformations. *Electronic modeling* 6(40), 101-110 (2018). DOI: 10.15407/emodel.40.06.101
- 2.Prykhodko S., Prykhodko, N., Knyrik, K., Pukhalevych, A.: Mathematical Modeling of Effort of Mobile Application Development in a Planning Phase. In: *Proceedings of the 1st International Workshop on Information-Communication Technologies & Embedded Systems*, November, 14-15, 2019, Mykolaiv, Ukraine. CEUR Workshop Proceedings 2516, pp. 96-105. CEUR-WS.org (2019).

REAL-TIME MOTION CONTROL SYSTEM FOR CAMERA CRANE BASED ON PID CONTROLLER AND INERTIAL MEASUREMENT UNIT

H.Saryboha¹ [0000-0003-0805-7899], Y.Yamnenko²[0000-0002-9796-6420]

^{1,2}National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Peremohy av., 37, Kyiv, 03056, Ukraine

shteflyuk@ukr.net

Abstract. This paper presents the designing of automatic control system in real-time for vertical and horizontal motion control of camera crane. The traditional camera crane manual control system has some control problems. To meet this, unifying proportional integral derivative (PID) controller with precision Inertial Measurement Unit (IMU) on main board STM32 control were implemented. The mathematical calculations were approved by the results of experimental tests and confirmed by the correct functioning of the processing algorithm and the operation of the system as a whole. Camera crane has 3 axes.

Keywords: Automatic control system, embedded system programming, control laws, PID control, inertial measurement unit, real-time, microcontroller.

Introduction

Filmmaking and other applications for action shooting traditionally use the crane, which should move dynamically in inertial coordinates. The crane is used with 3-axis camera putting on it, as shown on Fig.1. The speed range and motion directions of camera crane as usually manually controlled by operator.

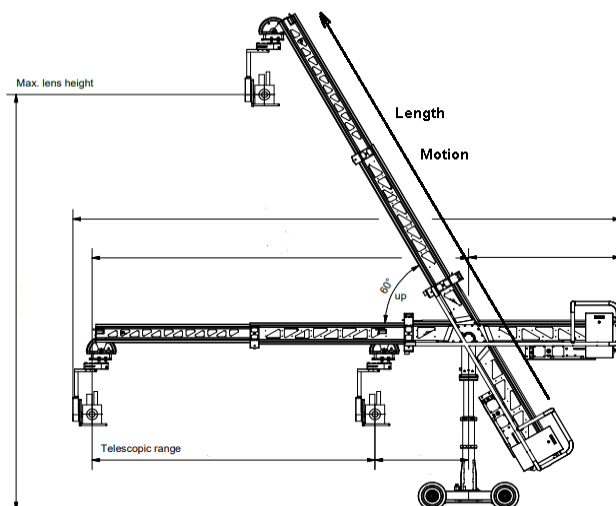


Fig.1. Crane structure and camera crane kinematics

Most of camera crane`s control systems are designed with manual control board, PID controller, rotation mechanism and could operate in manual or semi-automatic operation mode [1]. To control the camera crane operator has to pre-select the speed range on the hand control. In manual mode motion directions are calculated according to the length of the camera crane. It means that operator has to check the present conditions (sensor settings), to compare it with the desired value (processing) and to take appropriate action in order to obtain the desired value (actuator).

This is the simplest way to control camera crane. However, it`s leading to malfunctions in the control system and collisions in communication channel and requires further manual fixing. To avoid these problems and to achieve enough accuracy, reliability and high-speed automatic control systems developed [2-3].

Control system

The main task is to design a precision automatic control system and make the possibility to switch on the manual mode. In this case, control system requires a powerful main board, like STM32F7 Discovery, 32-bit ARM Cortex-M core-based microcontroller programmed in C++ Cube IDE [4]. This board controls electronics and mechanics by processing algorithm and visualizes crane camera motion in real time by drawing two moving axes on integrated LCD display.

To control the motion process according to given specifications, connected in a circuit, fed the desired value or conditions and thereby controls the process to maintain the desired values of motion parameters. The advantage of this process is that no human intervention is required. Also, the rate of the process is uniform.

Control system (Fig.2) has two absolute encoders to rotate motors. They have output codes that allows to determine current position, but cannot be transmitted to program code. For this task we used STM32103 board. It has a special interface designed for processing data coming from the encoder. Depending on it, the value of the counting register increases or decreases to determine the side on which the rotation was and indicate the next direction.

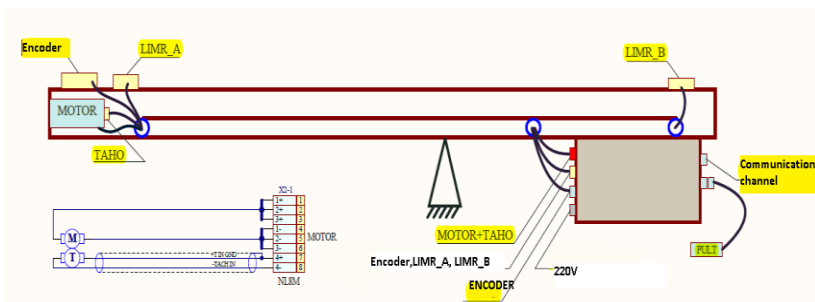


Fig.2. Control system with encoders

Regardless of the control mode, the work begins with a manual control board (pult). In manual control mode it is necessary to track the encoders, because over time there are failures and errors in the rotation system occur. Encoder is the rotation angle sensor for motors to control trolley motion (LIMR_A) and camera crane position (LIMR_B). The quick, sensitive controls avoid distracting start-up rocking motions, which is an advantage that is not to be underestimated as opposed to other drive concepts. To increase the accuracy, the inertial measurement unit (IMU) is integrated to the motion control system.

IMU is a self-contained sensor that measures linear and angular motion usually with a triad of gyroscopes and triad of accelerometers that allows make measurement in 3 axes: pitch, roll, yaw with high precision. An IMU can either be gimbaled or strap down, outputting the integrating quantities of angular velocity and acceleration in the sensor/body frame [5].

Communication channel between all electrical components is organized with commonly used Serial Communication techniques UART. Data frames can have different lengths depending on configuration [6].

In order to switch from manual to automatic mode the operator should start the cran by pushing the button on the “pult” and the button on STM32F7 Discovery control panel. Data transmitting algorithms consists of following steps:

- 1 Forming data packages and transmission to the communication channel;
- 2 Changing control mode from manual;
- 3 Forming data packages from STM32F7 Discovery with final coordinates and transmission to the communication channel for processing by PID-controller;
- 4 Receiving data packages from STM32F7 Discovery by PID-controller, processing and transmission to the encoder driver;
- 5 Receiving data by encoder driver and start crane boom motion.

The use of microcontroller STM32F7 Discovery as a core of the main control board gives the possibility to control the encoders, increase the accuracy and motion score and transmit signals between functional blocks at the same time (Fig.3).

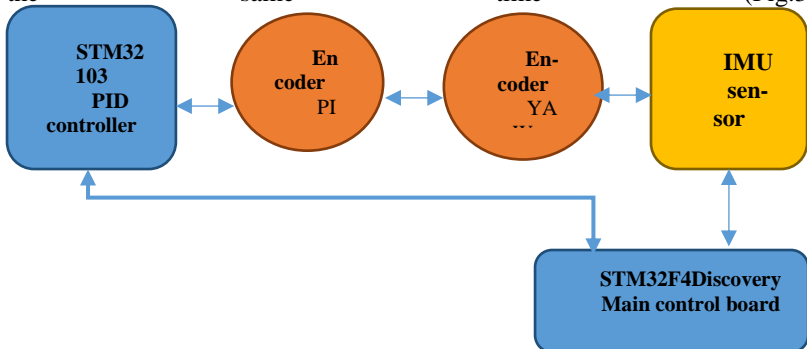


Fig.3. Block diagram of the hardware

Processing algorithm

Processing algorithm is based on equation of motion and calculates parameters in real time. To obtain equation of motion there is longitudinal form of motion used. It is the movement with zero roll, when the gravity vector and the velocity vector of the crane camera lie in its plane of symmetry as shown on Fig. 4.

The yaw and pitch properties are returned as Euler angles. The values of the pitch and yaw properties are returned in radians.

The camera crane moves along two axes with lifting back and forth. Accordingly, during lifting, the length of the camera crane (l_0 to l), the angles of pitch ($\theta - \theta_0$) and yaw ($\varphi - \varphi_0$) change. To set the right length l_{set} of camera crane equation of motion is used:

$$l_{set} = l_0^2 + l_0^2 \cdot \text{tg}^2\left(\theta - \theta_0\right) \cdot \frac{\pi}{180} + l_0^2 \cdot \text{tg}^2\left(\varphi - \varphi_0\right) \cdot \frac{\pi}{180}. \quad (1)$$

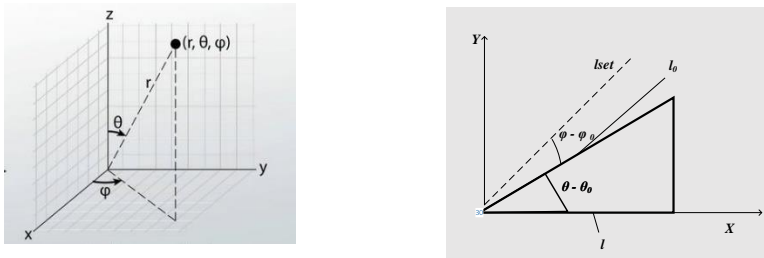


Fig. 4. Graph of motion

The final position coordinates (x, y) are determined through pitch and yaw angle values:

$$x = \left(\sin\left(\varphi \cdot \frac{\pi}{180}\right)\right) + x_0$$

$$y = \left(\cos\left(\varphi \cdot \frac{\pi}{180}\right)\right) + y_0 \quad (2)$$

Processing algorithm is implemented into the main control board (STM32F7 Discovery). It supposes receiving and processing data flow continuously from IMU in real time, computes coordinates of camera crane motion and transmit to the PID controller (STM32103) to correct with the measured coordinates. Finally, it gives the right signal to rotate encoders in set motion direction and camera crane start to move.

The software recognizes its original positional data automatically, within +/- 30 degrees at camera crane and head in both tilt and pan dimensions. Processing algorithm computes the coordinates of final position and output on LCD display or console as shown on Fig.5.

```

Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1300
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1301
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1302
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1303
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1304
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1305
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1306
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1307
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1308
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1309
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1310
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1311
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1312
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1313
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1314
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1315
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1316
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1317
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1318
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1319
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1320
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1321
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1322
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1323
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1324
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1325
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1326
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1327
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1328
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1329
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1330
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1331
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1332
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1333
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1334
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1335
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1336
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1337
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1338
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1339
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1340
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1341
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1342
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1343
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1344
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1345
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1346
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1347
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1348
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1349
Y:0015,44 P:0001,12 N:123,54 E:1345 R:10 S:1350

```

Fig.5. Screenshot of processing algorithm of motion control system
 An analysis of the compatibility and consistency of manual and automatic control modes designed a block diagram of the algorithm as shown on Fig.6.

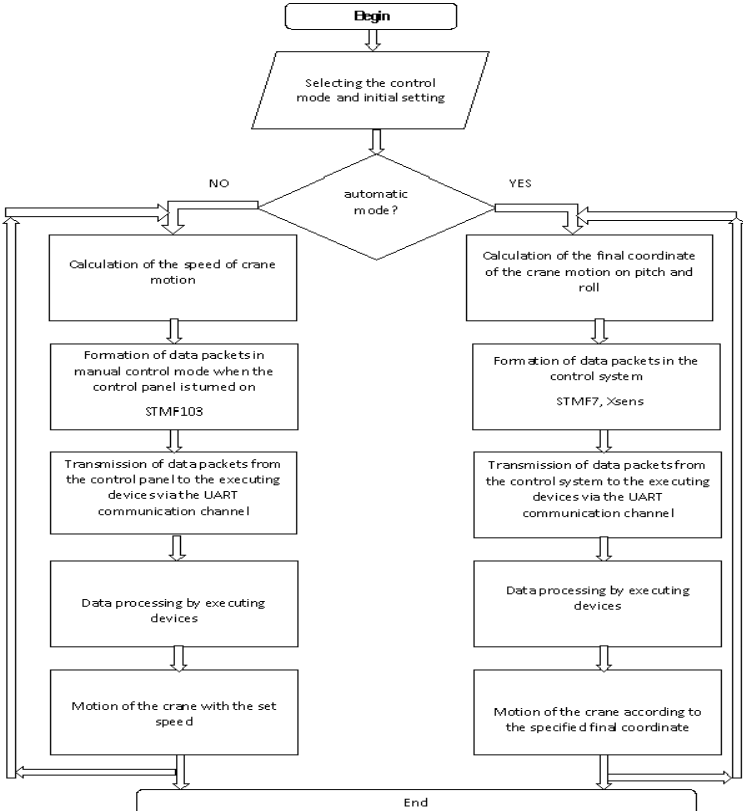


Fig.6. Compatibility and consistency manual and automatic control modes

4 Test

As described above, to increase the accuracy of the system and correct the operation of encoders Inertial Measurement Unit (IMU) applied. selected the Xsens MTi 10-series with AHRS, VRU, and IMU, the integrator three different integration levels. The module is based on an industry-proven, cost-effective MEMS-based orientation sensor, and has an integrated, full-featured sensor fusion algorithm with easy to use SDK as shown on Fig.8.

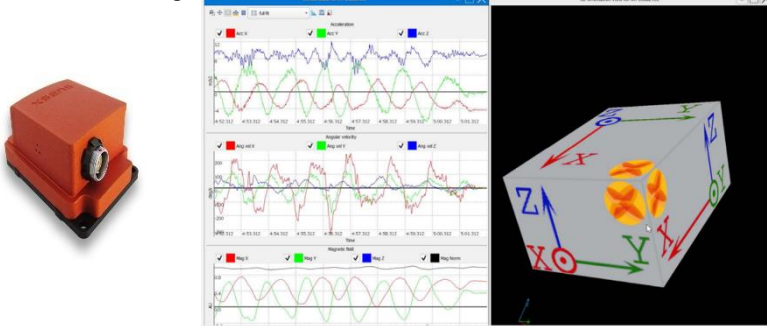


Fig.8. Inertial Measurement Unit (IMU)

Main board sensed the signal from an IMU sensor thereby feed backing it into the PID controller which transfers data through θ and φ for monitoring both rotations of encoders.

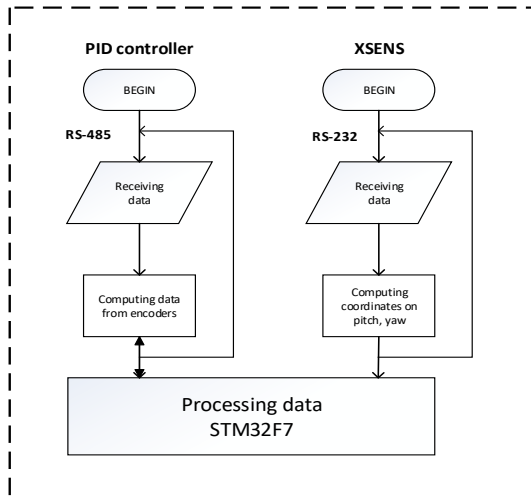


Fig.9. Processing data by PID and IMU

PID controller calculates an 'error' value as the difference between a measured length and a desired set point (*Isset*). The controller attempts to minimize the error by adjusting. When encoders start to rotate motors at the

same time the estimation of rotation angles will be used as feedback to the PID controller and IMU to estimate and correct the position of camera crane.

To verify the operability of the developed system, it was tested and experimental data obtained as shown on Fig. 10.

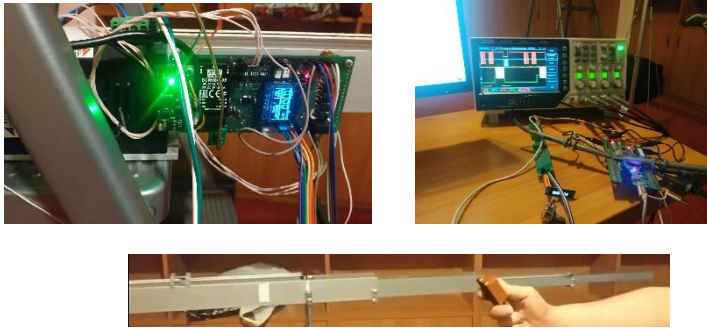


Fig.10. Experimental tests

The results of experimental tests confirmed the correct functioning of the processing algorithm and the operation of the system as a whole, and on their basis we can distinguish the main features of automatic mode:

1 tracking precisions – accuracy encoders, IMU and PID controller are tested and function marvellously with tracking UART protocol (RS-232, RS-485) without cumulative error.

2 stable data delivery – designed software superb gear processing and reliable STMicronrollers.

3 easy control, compatibility and consistency based on STM electrical crane control system, it works in both manual and automatic modes and can be easily switched.

Conclusions

Developed automatic crane control system has possibility to switch between the manual and automated modes. The system developed provides real-time LCD displaying of crane and camera data content, easy calculation and operation. This automatic control system simplifies the operator work, increases the control score, uses the powerful microprocessors and precision IMU sensor and actuators.

References

1 Thomas Gustafsson Division of Automatic Control Luleå University of Technology Luleå Sweden

2 Frank Owen Control Systems Engineering A Practical Approach P.E. Mechanical Engineering Department California Polytechnic State University San Luis Obispo, California May 2012

3 Alfaro V. Model-Reference Robust Tuning of PID Controllers Switzerland: Springer, 2016 - 192 p.

4 Jonathan A. Dell Digital Interface Design and Application ISBN: 978-1-118-97432-2 , August 2015, 208 Pages.

5 S. Amsuess, I. Vujaklija, P. Goebel, A. D. Roche, B. Graimann, O. C. Aszmann, and D. Farina, "Context-dependent upper limb prosthesis control for natural and robust use," IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, vol. 24, no. 7, pp. 744-753, 2015.

6 Osiogogu, Ukachi. A presentation on serial communications Seminar Paper on Serial Communication. DOI: 10.13140/RG.2.2.32809.85605 Electronic and Computer Engineering - Nnamdi Azikiwe University, 2015

7 Starlino (2010) A Guide To using IMU (Accelerometer and Gyroscope Devices) in Embedded Applications.[online]. Available:., http://www.starlino.com/imu_guide.htm

8 Starlino A Guide To using IMU (Accelerometer and Gyroscope devices) in Embedded Applications.[online]:http://www.starlino.com/imu_guide.htm

9 STMicroelectronics, " L298 Dual Full Bridge Driver " [Online]. Available:<http://www.st.com/en/motor-drivers/l298.html>. [Accessed 28 May 2018].

10 Johnson M.A., Moradi M.H. (Eds) PID Control - New Identifications and Design Methods London, Springer, 2005 , 543 pp.

11 Visioli A. Practical PID Control London: Springer, 2006. - 310 pp.

12 Saryboha H., Kotvitsky R., Zbrutsky O. The development of the inertial navigation system errors correction method by means and methods of technical vision. Mechanics of Gyroscopic Systems. DOI: <https://doi.org/10.20535/0203-3771352018143824> № 35 ,2018.-71-78 pp.

УДК 004.8

ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОБАЖАНЬ СПОЖИВАЧІВ ЗАКЛАДІВ ХАРЧУВАННЯ

М.І.Грищенко, здобувач вищої освіти, спеціальність 121 «Інженерія програмного забезпечення»

e-mail: mr.maxim.grishchenko@gmail.com

В.О. Бойко, здобувач вищої освіти, спеціальність 121 «Інженерія програмного забезпечення»

e-mail: vladboiko4@gmail.com

М.С. Дорош, доктор технічних наук, доцент, професор кафедри ІТiП

e-mail: mariyaya5536@gmail.com

Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів, Україна

Ключові слова: нейронна мережа, заклади харчування, Brain.JS

Незважаючи на стрімкий розвиток сучасних технологій, які забезпечують діяльність закладів харчування залишається цілий ряд практич-

них задач, вирішення яких дозволить підвищувати їх конкурентоздатність. Однією з таких проблем є задача визначення побажань споживачів. Велика кількість закладів харчування кожного дня стикається з проблемою, що клієнт довго не може визначитися зі своїми побажаннями у виборі страви або напою, або меню не містить продуктів, які цікавлять споживача, особливо це відчувається при виборі піци, оскільки тут є можливість обрати з певного набору продуктів та сформувати власну страву.

Саме тому основною задачею даної роботи є розробка та дослідження методу визначення побажань споживачів закладів харчування з використанням нейромереж.

При пошуку вже наявних варіантів розв'язання даної задачі, аналогів не було знайдено, тому пропонуємо обрати нейронну мережу Brain.JS.

Brain.JS - це бібліотека, яка дозволяє легко створювати нейронні мережі, а потім навчати їх на основі вхідних / вихідних даних. Оскільки ми оперуємо лише вхідними та вихідними даними, а вимог до її складності та архітектури майже немає, то можна легко і швидко використовувати цю бібліотеку для навчання та тестування.[1]

Brain.JS підтримує такі типи нейромереж:

Типи нейронної мережі

1 brain.NeuralNetwork - Нейронна мережа зі зворотним поширенням

2 brain.NeuralNetworkGPU - Нейронна мережа зі зворотним розповсюдженням, версія GPU

3 brain.recurrent.RNNTimeStep - періодична нейромережа, що повторюється, або "RNN"

4 brain.recurrent.LSTMTIMESTEP - Нейронна мережа короткої тривалої пам'яті в часі - або "LSTM"

5 brain.recurrent.GRUTIMESTEP - Періодичний блок зі стробуванням, що повторюється залежно від часу або "GRU"

6 brain.recurrent.RNN - повторювана нейронна мережа або "RNN"

7 brain.recurrent.LSTM - Нейронна мережа довгострокової пам'яті або "LSTM"

8 brain.recurrent.GRU - одиниця, що повторюється, або "GRU"[2]

В ході даної роботи була побудована нейронна мережа зі зворотним поширенням, яка автоматично в залежності від кількості вхідних та вихідних даних визначає кількість слів.

Для тренування нейромережі на вході нейромережа приймає набір інгредієнтів, а людина ставить уподобання чи дизлайк страві відображаючи тим самим чи подобається вона їй чи ні. На основі цих даних формується тренувальна та тестова вибірка.

Для початку було сформовано набір вхідних даних, представлений на рисунку 1.

Маргарита	склад:моцарелла,томатний соус,оливкова олія,базилік
Сімейна XXL	склад:шинка,бекон,курка,салямi,помiдори,перець болгарський,моцарелла
Флоренція XXL	склад:моцарела,мисливські ковбаски,шинка,курка,бекон,гриби,помiдори,цибуля
Барбекю	склад:сир,курка,бекон,гриби,помiдор,цибуля
Гавайська	склад:сир,шинка,курка,ананас,кукурудза
Карбонара	склад:сир,бекон,мисливські ковбаски,яйце,часник
Карлучі	склад:моцарелла,шинка,бекон,салямi,перець,пармезан,томатний соус
Кватро Формаді	склад:моцарелла,горгонзола,пармезан,едам,волосийкий горіх,вершки
Пепероні	склад:томатний соус,сир,гостре салямi,оливки,перець
Оро-бьянка	склад:вершки,соус Цезар,курка,шинка,помiдори,моцарелла,гриби

Рисунок 1 - Набір вхідних даних

До навчальної вибірки було відібрано 3 піци, а саме Маргарита ("моцарела", "томатний соус", "оливкова олія", "базилік"), Пепероні ("томатний соус", "сир", "гостре салямі", "оливки", "перець") та Оро-бьянка ("вершки", "соус Цезар", "курка", "шинка", "помідори", "моцарела", "гриби") інші страви залишилися без оцінок для того щоб надалі наша нейромережа змогла надати їм оцінку. Надалі на вхід було подано 10 страв з тестової вибірки, а також ми обмежили кількість ітерацій для того щоб, виключити варіант перенавчання нейромережі. На виході ми отримали оцінку даних страв на основі уподобань користувача, представлено на рисунку 2.

Отже, нейромережа може рекомендувати споживачу страви з найбільшими коефіцієнтами, які вона формує при проходженні страв через неї, на основі вже вподобаних страв.

Однак, якщо інтегрувати дану модель нейромережі з такою точністю визначення побажань користувача в кінцеву систему, вона не буде повною мірою задовольняти потреби користувача. Тому слід покращити результати роботи нейромережі.

Також слід зазначити фактори, які могли вплинути на результати роботи даної нейромережі, а саме: невелика вибірка даних та доволі прості налаштування нейромережі.

В подальших дослідженнях слід більш гнучко налаштувати нейромережу, включаючи усі можливі параметри нейромережі та збільшити кількість даних для навчання нейромережі.

```

-----До сортування-----
Маргарита 0.3636215627193451
Сімейна XXL 0.28955262899398804
Флоренція XXL 0.30605924129486084
Барбекю 0.29568567872047424
Гавайська 0.3021320700645447
Карбонара 0.29463234543800354
Карлучі 0.28361567854881287
Кватро Формаді 0.30537930130958557
Пепероні 0.3582521677017212
Оро-Бьянка 0.35797205567359924
---Після сортування---
Маргарита 0.3636215627193451
Оро-Бьянка 0.3582521677017212
Пепероні 0.35797205567359924
Флоренція XXL 0.30605924129486084
Кватро Формаді 0.30537930130958557
Гавайська 0.3021320700645447
Барбекю 0.29568567872047424
Карбонара 0.29463234543800354
Сімейна XXL 0.28955262899398804
Карлучі 0.28361567854881287
---Топ 5 піцц для користувача ----
Маргарита 0.3636215627193451
Пепероні 0.3582521677017212
Оро-Бьянка 0.35797205567359924
Флоренція XXL 0.30605924129486084
Кватро Формаді 0.30537930130958557

```

Рисунок 2 - Вихідні дані оцінок страв на основі уподобань користувача

Список використаних джерел

1. 10 примеров машинного обучения на JS [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://proglib.io/p/ml-js/> (дата звернення 20.05.2020). – Назва з екрана.

2. BrainJS documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://github.com/BrainJS/brain.js#neural-network-types> (дата звернення 20.05.2020). – Назва з екрана.

УДК 004.89

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У СФЕРІ БЕЗПЕКИ ТА ОБОРОНИ

В.Ф Гречанінов, А.В. Лопушанський

Інститут проблем математичних машин і систем НАНУ, Україна

В останні роки сфера штучного інтелекту (далі — ШІ) переживає ренесанс завдяки зростанню продуктивності комп'ютерів та прориву в машинному навчанні (далі — МН). Але відродження ШІ викликає багато як сподівань, так і побоювань. З одного боку, ШІ може зробити будь-яку систему, у тому числі й військову, більш розумною чи автономною. З іншого, системи ШІ мають ряд обмежень. Процес прийняття рішення часто є занадто важким для моделювання. При неправильному використанні системи ШІ можуть дезінформувати, непередбачувано поводитись та бути вразливими до кібератак. У військовому контексті це може призвести до драматичних наслідків.

Одна з найбільших проблем військового застосування ШІ полягає в тому, що його поведінка повинна бути передбачуваною для операторів систем, але не достатньо очікуваною для ворога, який міг би використати цю передбачуваність на свою користь. Ключовою характеристикою моделей, створених МН, є те, що вони непрозорі і не можуть бути сертифіковані з використанням існуючих методів тестування та перевірки [1]. Крім того, МН вимагають великої кількості підготовлених даних, але багато важливих військових питань потрібно вирішувати коли не вистачає даних і їх неможливо легко визначити при моделюванні.

Однак ШІ постійно вдосконалюється, і він буде відігравати все більш важливу роль через те, що ШІ - це технологія загального призначення, яка не стоїть окремо, а розширює або додає функціональність при інтеграції в окремі елементи військових систем.

Автоматизація процесів підтримки прийняття рішень проводиться вже десятиліттями, тому використання ШІ у військових системах управління не є революційною зміною. МН та автономні системи розглядаються скоріше як шляхи підвищення ефективності існуючих систем, ніж як комплексні рішення для вирішення управлінських функцій. Та, враховуючи широкий спектр можливих застосувань ШІ, впровадження

ШІ у військових системах може потенційно змінити спосіб функціонування традиційних збройних сил, починаючи від навчання фахівців командно-штабного складу і управління логістикою до організації та розгортання військ (сил).

1 Можливості для розвитку ШІ у військових цілях в Україні.

Дослідженню проблем ШІ присвячено роботи багатьох українських учених (В. Глушков, М. Амосов, О. Івахненко, Л. Калужнін, О. Кухтенко, В. Скурухін, А. Шевченко, О. Баранов, О. Різник). У нашій країні вже давно сформовані наукові школи ШІ.

Стрімко розвивається ринок розробок у сфері ШІ. Згідно з дослідженням агентства Deep Knowledge Analytics, Україна стала одним з лідерів в сфері ШІ. В країні більше 2000 розробників програмного забезпечення, що спеціалізуються на ШІ, 28 українських компаній поставляють рішення для штучного інтелекту в порівнянні з 226 постачальниками по всьому світу [2]. В Україні проводяться міжнародні конференції, присвячені ШІ, такі як AI & Big Data Day, AI Ukraine. Спільнота фахівців із ШІ в Україні зростає з кожним роком.

Водночас, комплексний і міждисциплінарний характер проблематики ШІ, великі зміни у цій сфері в останні роки, потребують подальших науково-технічних досліджень, зокрема щодо розвитку управління у сфері безпеки та оборони. Широке впровадження технологій ШІ потребує уваги та дій не лише від науковців та бізнесу, а й також від законодавців, державних службовців, представників оборонно-військового комплексу.

2 Загальні шляхи використання ШІ для безпеки та оборони

Набір можливих застосувань ШІ у сфері безпеки та оборони набагато ширший, ніж автономна зброя та розпізнавання зображень, які привертають найбільше уваги. Далі наведені категорії оперативних спроможностей з підтримкою ШІ, які розробляються у США [3]:

- Удосконалення розпізнавання об'єктів, обробки даних та прийняття рішень (ШІ може аналізувати великі обсяги даних);
- Логістика та обслуговування (прогностичне обслуговування скорочує витрати та збільшує термін експлуатації техніки);
- Автономні платформи, рої автономної зброї, об'єднання літака (корабля) та підпорядкованого йому летючого рою;
- Підвищення ефективності роботи людини (синтез людини-машинного інтелекту, підтримка пілотів (операторів), екзоскелети);
- Моделювання та навчання (моделювання середовищ та поведінки суб'єктів, оцінка результатів та підвищення ефективності навчання);
- Датчики, комунікації та радіо-електронна боротьба (РЕБ) (когнітивні (пізнавальні) зонди, радіо, радіолокатори та засоби РЕБ);
- Конкуренція в інформаційному просторі (кібератаки та захист, дезінформація та операції впливу);
- Безпека та нагляд (захист кордонів та установ, нагляд над об'єктами).

3 Напрямки застосування ШІ у військовій сфері

Виявлення подій та об'єктів. ШІ розширює можливості усвідомлення ситуації. Він може просіювати великі обсяги інформації, об'єднувати дані різних датчиків і спостерігати за змінами. Важливим є аналіз супутникових знімків, наприклад, для виявлення військового будівництва, змінами в угрупованнях військ, транспортування техніки тощо. ШІ може допомогти у виявленні підводних об'єктів за рахунок ефективного контролю сонарів та неакустичних датчиків.

Більша точність. ШІ дозволяє здійснювати націлювання з більшою точністю, що може значно збільшити ефективність існуючої звичайної неядерної зброї. ШІ вірогідно буде застосовано при розробці сучасних розвідувально-ударних систем. Це, в результаті, дасть можливість наблизити наслідки застосування такої зброї до порівняння з ядерною зброєю малої потужності.

Швидкість. Машини, наділені ШІ, можуть реагувати набагато швидше, ніж люди. Однак, наприклад, вдосконалення ШІ систем ППО, де автоматичне розпізнавання цілей вже застосовується десятиліттями, не означає стратегічних змін [4].

Можливо, більш важливим буде вплив ШІ на звичайне озброєння, якщо в певний момент лише автономна зброя буде достатньо швидкою, щоб реагувати на іншу автономну зброю. Це може примусити всі країни до відповідних розробок, що в свою чергу призведе до дестабілізуючої гонки озброєнь.

Прийняття рішень. Інтегрований у планування військовою логістикою, ШІ може різко скоротити час, необхідний для розгортання військ (сил), організації та проведення військових операцій. Але, якщо швидкість конфліктів збільшується, залишається менше часу для ретельного обмірковування справ та залучення політиків для консультацій і прийняття рішень.

ШІ також може використовуватися для створення дуже переконливих фальшивих зображень (наприклад, супутникових знімків) та введення в оману як військових, так і громадськості. Це може підживлюється поширенням фейків в Інтернеті великою кількістю ботів із ШІ. Як прискорене прийняття рішень, так і рішення, засновані на дезінформації, можуть призвести до ескалації ризикованої стратегічної обстановки, потенційно навіть на глобальному рівні.

Розширення просторів війни. ШІ відкриває або розширює доступ до просторів війни, які раніше були важкодоступними. Завдяки ШІ, безпілотні системи можуть працювати, контролювати ситуацію або атакувати в умовах, надзвичайно несприятливих для людей, таких як полярні регіони, космос або морське дно. Росія розміщує значну частину своїх ядерних озброєнь в Арктиці, покладаючись на її важкодоступність. Американські супутники є частиною інфраструктури ядерного командування, управління та зв'язку США. Краща доступність значно збільшує вразливість ядерної зброї.

ШІ є критично важливим для ведення радіоелектронної боротьби, оскільки він може аналізувати велику кількість даних і допомагати швидше знайти оптимальні частоти для роботи в переповненому електромагнітному спектрі. ШІ також відіграє важливу роль у області кібервійни, бо дає можливість зловмисному програмному забезпеченню адаптуватися до постійно оновлюваних кіберзахистів та перевіряти нові методи проникнення в системи.

Висновки

Незважаючи на прогрес України в областях ШІ, інтеграція автономних платформ та МН в критичних для збройних сил систем все ще потребуватиме багатьох років і, мабуть, знадобиться ще одна революція в ШІ, яка зменшить існуючий зараз ризик іноді непередбачуваних результатів використання технологій МН.

Для України надзвичайно важливо продовжувати фундаментальні й прикладні дослідження в галузі ШІ, адже в майбутньому досягнення з цього напрямку будуть однією з невід'ємних складових підвищення обороноздатності держави.

Література

1. Saalman L. (ed.), *The Impact of Artificial Intelligence on Strategic Stability and Nuclear Risk*, vol. II, *East Asian Perspectives*, 2019 URL: https://www.sipri.org/sites/default/files/2019-10/the_impact_of_artificial_intelligence_on_strategic_stability_and_nuclear_risk_volume_ii.pdf

2. Юрасов С., Искусственный интеллект в Восточной Европе: Украина - в лидерах, 2019, URL: <https://tech.liga.net/technology/article/iskusstvennyu-intellekt-i-ukraina-kak-nas-vidyat-iz-londona>

3. Nurkin T., Rodriguez S., *A Candle in the Dark: US National Security Strategy for AI*, 2019, URL: https://issuu.com/atlanticcouncil/docs/ac_candleindark120419_final__1_?e=23027907/74922438

4. Topychkanov P. (ed.), *The Impact of Artificial Intelligence on Strategic Stability and Nuclear Risk*, vol. III, *South Asian Perspectives*, 2020. URL: https://www.sipri.org/sites/default/files/2020-04/impact_of_ai_on_strategic_stability_and_nuclear_risk_vol_iii_topychkanov_1.pdf

WHAT TYPE OF MODELLING COULD BE USED FOR EFFECTIVE WATER SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOAL 6 ACHIEVEMENT?

Andriy Demydenko

Division of mathematical environmental modelling, IMMSP, National Academy of Sciences,

*42 Academician Glushkov Avenue, Kyiv 03187, Ukraine
andriydemidenko@gmail.com*

Abstract. To reach Sustainable Development Goals (SDG), decision makers and stakeholders may benefit from the ability to run scenario simulations for optimal measure allocation to ensure reaching such “sustainable management” goals as “good state” of water or sustainable water withdrawal in a catchment. These benefits, however, are accessible for English speaking decisions makers only while those Ukrainians decision makers, who use Russian version of UN Water SDG6 where “sustainable management” is translated as “rational use”, remain water users rather than managers.

We suggest that this is because Ukrainian decision makers are not obliged to achieve any development goals. They are quite comfortable with existing normative water management approach where the objective is the compliance with some norms or standards and where water security is understood as an absence of any water risk.

Keeping in mind that real science starts with measurements and that you can't manage if you can't measure, we propose to change this false understanding of water security and to switch to measurable goal oriented approach and risk management in water policy and modelling.

Article describes our experience of Rethinking Water Security campaign in Ukraine as well as lessons learned from introduction of risk management into Integrated Water Resources Management (IWRM) concept.

Keywords: IWRM, SDGs, sustainable management, rational use, risk, adaptation, resilience.

DEVELOPING AND DEPLOYING OF CNTU COMMUNICATION SYSTEM CALLED “STU&TGRAM”

A.M. Iskryzhytskyi, O.K. Iskryzhytska, O.V. Trunova, L.K. Svetenok
Chernihiv national university of technology, Ukraine

Modern information society is steadily contributing to the technical improvement of communication methods between people. So, with the help of the Internet, people learned to exchange emails, and then, using chats, – to

communicate over long distances in real-time. After chats gained popularity, developers began to create specialized communication systems based on their use, for example customer support centers of banks, taxi services or trade networks.

Telegram messenger is a common way of communication among young people in Ukraine and especially among students. The director of the ESI of Electronic and Information Technologies Serhii Ivanets made a proposal to create a communication system based on *Telegram* messenger.

Telegram API allows us to create a functional bot to communicate and share information with its users. The first version of the system implements a set of use cases presented in Figure 1.

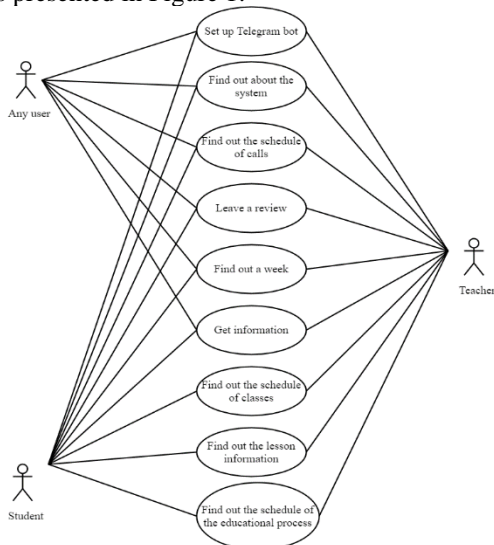


Figure 1 – Use case diagram for all actors

It is called “STU & tgram”. The microservice architecture was chosen to develop this system [1]. This type of architecture made it possible to divide the system into several parts and reduce complexity. So the system “STU & tgram” was divided into 3 main parts:

- admin-back – a component for configuring the system and collecting data.
- telegram-back – a component for managing the *Telegram* bot
- admin-front – a component for providing a graphical interface to managers or system administrators.

To implement them, Nodejs platform [2] and TypeScript programming language from Microsoft [3], which has been rapidly gaining popularity over the past few years [4], were used.

All data collection and system configuration work are carried out by the admin-back component, which allows processing the xlsx document of the timetables of the training process, collecting data from the scheduling system of the CNUT available at this link [5]. Based on this data, admin-back creates

images of the lessons and the timetables for teachers and students. This component also provides basic CRUD operations for references and viewing reviews. The result of creating images of lessons for groups and teachers is presented in figures 2.

Розклад для ІІІ 1611

ПН		Перший тиждень		ПН		Нарпний тиждень	
1				1			
2	Система знань об'єктових мереж (лек, Зноби-Станіслав Золотарюк, сід. 4-51)			2			
3	Система знань об'єктових мереж (лек, Зноби-Станіслав Золотарюк, сід. 4-10)			3			
Розклад для ІІІ-1611 Сергій Анастолівскі							
ВТ		ВТ		ПН		Перший тиждень	
1				1			
2				2			
3				3			
4	Розширені образи та обробка зображень (лек, Володимир Володимирів Павлишин, сід. 4-52)			4			
5				5			
СР		СР		ПН		Нарпний тиждень	
1				1			
2				2			
3	Система знань об'єктових мереж (лек, Зноби-Станіслав Золотарюк, сід. 4-51)			3			
4	Розширені образи та обробка зображень (лек, Володимир Володимирів Павлишин, сід. 4-52)			4			
5				5			
ЧТ		ЧТ		ПТ		ПТ	
1				1			
2				2			
3	Система знань об'єктових мереж (лек, Зноби-Станіслав Золотарюк, сід. 4-51)			3			
4	Система знань об'єктових мереж (лек, Зноби-Станіслав Золотарюк, сід. 4-51)			4			
5	Системний аналіз інформаційних процесів (лек, Катерина Іванівна Анастолівська, сід. 4-51)			5			
ПТ		ПТ		СБ		СБ	
1				1			
2				2			
3	Система знань об'єктових мереж (лек, Зноби-Станіслав Золотарюк, сід. 4-51)			3			
4	Система знань об'єктових мереж (лек, Зноби-Станіслав Золотарюк, сід. 4-51)			4			
5	Системний аналіз інформаційних процесів (лек, Катерина Іванівна Анастолівська, сід. 4-51)			5			

Figure 2 – Images of lessons and the timetables for groups and teachers

The telegram-back component provides interaction with *Telegram API*, thereby receiving information and requests directed to the bot, uses the data collected by the admin-back component, and, based on their processing, gives answers to the user. Also, this component allows you to simplify interaction with it by customizing the keyboard.

Admin-front component provides a graphical interface for system administrators. This is a web app that uses modern Material Design [6]. The component allows the administrator to conveniently interact with admin-back to complete all necessary settings.

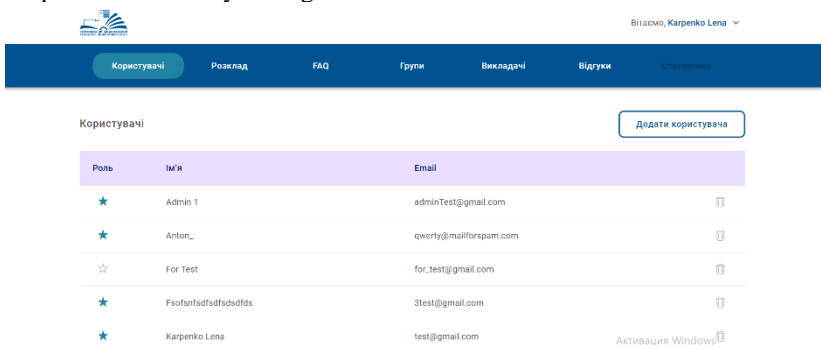


Figure 3 – The interface of the admin-panel

The system was developed by students of the SE-161 group, Iskryzhytskiy Anton and Iskryzhytska Olena, the design was created with the

support of the SE-161 student Dovha Daryna. The system was introduced to the training process of the CNTU and in May 2020 it has about 400 unique users. In the future, it is planned to hold an advertising campaign to attract potential users – students and their parents, teachers, administrative staff and everybody who wants to simplify communication with the university. Subsequent development will be carried out by students, as the project codes were moved to the public repository.

Links to the code repository, the *Telegram*-bot and the admin panel:

[https://github.com/anton-iskryzhytskyi/stu-tgramt](https://github.com/anton-iskryzhytskyi/stu-tgramt;);

https://t.me/cntu_students_bot;

<http://ec2-52-18-117-111.eu-west-1.compute.amazonaws.com/>;

References:

1 What are microservices? [Electronic resource]. – Access mode: <https://microservices.io/> Head. from the screen. The last appeal: 24.04.2020.

2 Node JS. [Electronic resource]. – Access mode: <https://nodejs.org/en/> Head. from the screen. The last appeal: 24.04.2020.

3 TypeScript language. [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.typescriptlang.org/> Head. from the screen. The last appeal: 24.04.2020.

4 Рейтинг мов програмування 2020. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://dou.ua/lenta/articles/language-rating-jan-2020/> Head. from the screen. The last appeal: 24.04.2020.

5 Розклад занять НУ “Чернігівська політехніка”. [Electronic resource]. – Access mode: <https://schedule.stu.cn.ua/view/schedule.php> Head. from the screen. The last appeal: 24.04.2020.

6 Google Material Design. [Electronic resource]. – Access mode: <https://material.io/design> Head. from the screen. The last appeal: 24.04.2020.

UDC 303.732.4:681.518.5

EVALUATION OF INFORMATION RELIABILITY SENSORS OF CYBER-PHYSICAL SYSTEM

N.D. Pankratova, V.A. Pankratov
Institute for Applied System Analysis,

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

Cyber-physical systems (CPS) have emerged as a unifying name for systems in which cyber-parts, that is, computing and communication parts, and physical parts are closely integrated both during development and during operation. Such systems use computation and communication deeply embedded in and interacting with physical processes to add new capabilities to physical systems. These CPSs range from minimal (stimulants) to large-scale (national energy networks). The main principle of CPS is a deep relationship between their physical and computational elements. The “brain”

of the system in the form of AI and other technologies receives data from sensors in the real world, analyzes this data and uses it for further control of physical elements [1-3].

To obtain information, CPS uses sensors that continuously provide computing systems with data received from the environment. To exchange data coming from CPS sensors, both wired and wireless data transmission methods can be used. Based on the obtained data, computing systems can control or monitor physical elements of the system. One of the important issues in this relationship is the reliability of the transmitted information from various sensors, transmitting systems. One of the types of inaccuracy of the transmitted information during the operation of the CPS is a failure or malfunction of the sensors. The principal difference this problem is that it is not possible a priori to identify this failure without cross-checking sensors, the installation of which, as a rule, is unprofitable. At the same time, for each CPS under study there are specific features of recording critical parameters and tracking them. It is believed that an automated system for monitoring the reliability of CPS parameters should do the following:

- 1 collect information about the current values of the main parameters of one or more control systems;
- 2 evaluate the reliability of the data;
- 3 make a decision on the impact on the control system depending on the situation;
- 4 transmit necessary adjustments to the control system;
- 5 be trained and scalable.

The solution is based on the principles of Forrester's system dynamics: object structuring; building a system diagram of the object indicating the relationship between the elements; definition of variables for each element and their growth rate; adoption of hypotheses about the dependence of each growth rate on variables and a formal description of these hypotheses; the process of evaluating the entered parameters using the available statistics [4].

Functioning of CPS involves monitoring the state of this system using various equipments, sensors, measuring devices. In this case, the recorded figures are not checked for validity in most cases. Often indicators of the transition system in abnormal or emergency mode of operation may be false. Thus, in this situation it is expedient to introduce procedures of identification possible failure of sensors.

A procedure of identification possible failure of sensors is based on the following thoughts. If the sensor functions are normal, each of his indications is not out of the threshold level. Any indication can be confirmed by previous and subsequent values. This is firstly connected with the nature of monitored processes: the majority of changes in the status process are not instantaneous. Therefore, the abrupt change in the sensor readings can be taken as evidence of failure of measuring devices. This approach is realized in the following way. At each step the arithmetic mean P of previous y_{i-1} and subsequent y_{i+1} measurements is calculated. Then we compare this value P with current value y_i : $\Delta = P - y_i$. If deviation Δ exceed of threshold level, then operator displays

a message about a possible sensor's failure. Also failure of the sensors operation can be monitored by comparing the forecasted and actual results of measurements. Since the forecast follows the general behavior of the system, based on recent measurements, the deviation of the actual one may indicate the failure of sensors. Therefore, in operation of CPS a regular comparison of forecasts and their corresponding recovered values are implemented. As in the previous case, the deviation, which is greater than a threshold level gives the message about the possible failure of the sensor.

There are general problems with the operation of the sensors, that is, deviations of the recorded values from the true ones. To smooth these deviations is it possible to use the method of exponential smoothing. This method is well suited for working with dynamically changing quantities, since the last measurements have the greatest weight. Thus, if at some stage there is a significant deviation of the value of a certain parameter from the previous one, and at the next step the value of this parameter returns to the previous level, then most likely the sensor has failed and the method of exponential smoothing will eliminate this obstacle. If, at some stage, a leap really occurred, then this will be reflected in all subsequent measurements and the model will quickly transfer to a new dynamic state.

One of the techniques it to apply can be the following. Assuming that the characteristics of the system are interconnected, it can be argued that if the behavior of one or more characteristics changes significantly, and the behavior of another characteristic remains unchanged, then the sensor of the latter may give false values. We formalized it as follows:

$$\begin{aligned} & \text{correl}(y^1[\text{window} - 1], y^2[\text{window} - 1])^* \\ & \text{correl}(y^1[\text{window} - 1], y^2[\text{window} - 1]) < 0; \\ & \text{correl}(y^1[\text{window} - 1], y^3[\text{window} - 1])^* \\ & \text{correl}(y^1[\text{window} - 1], y^3[\text{window} - 1]) < 0; \\ & \text{correl}(y^2[\text{window} - 1], y^3[\text{window} - 1])^* \\ & \text{correl}(y^2[\text{window} - 1], y^3[\text{window} - 1]) < 0. \end{aligned}$$

Here $[\text{window} - 1]$ is preliminary window of data, and window is the current data window of the diagnostic process, that is, if the statistical dependence of neighboring windows is violated, then an assumption about the unreliability of indicators can be inferred.

The detection of random sensor failures can also be carried out based on the construction of Bollinger bands [5] and step functions of the 1st and 2nd level [6]. The use as step functions and Bollinger lines (bands) characterizing a technical analysis tool and a technical indicator that reflects the current deviations of the observed value ensures a decrease in the level of dependence on the error of the measured parameters.

Bollinger lines are constructed as upper (moving average plus 2 standard deviations) and lower (moving average minus 2 standard deviations) boundaries around the moving average, but the bandwidth is proportional to the standard deviation from the moving average for the analyzed time period.

The moving average period can be chosen arbitrarily, but it should be noted that:

- the longer the moving average period, the less sensitive it will be to a change in the observed value;
- a moving average with a very short period will generate a large number of false signals;
- a moving average with a very large period will be constantly late ;

Considering these factors, by empirical considerations, the moving average period was chosen equal to 10. Thus, for 10 measurements of a given sample, the moving average is calculated exponentially-smoothed and the average deviation in this interval. The upper and lower Bollinger bands are formed: an exponentially smoothed average plus two standard deviations and an exponentially smoothed average minus two standard deviations.

Step functions of the 1st and 2nd levels are constructed on the basis of the corresponding relations of the form [6]:

— setting up a step function of the first level

$$Z_{1j} = \sum_{p=1}^{M_1} d_{jp} U(\hat{x}); U(\hat{x}) = \begin{cases} 0, & \hat{x} < 0 \\ 1, & \hat{x} \geq 0, \end{cases} \hat{x} = x_j - x_p; d_{jp} = \begin{cases} 0,15 & \text{if } p = 1, \\ 0,1 & \text{if } p = \overline{2,9}, \\ 1 & \text{if } p = 10, \end{cases}$$

$$x = 0,1 \cdot p; p = \overline{1,10}; M_1 = 10;$$

— setting up a step function of the second level

$$Z_{2j} = \sum_{p=1}^{M_2} d_{jp} U(\hat{x}); M_2 = 10; x_p^0 = \begin{cases} 0,5 & \text{if } p = 1, \\ 0,1 & \text{if } p = \overline{2,9}, \\ 1,15 & \text{if } p = 10, \end{cases} d_{jp} = \begin{cases} 0,1 & \text{if } p = \overline{1,9}, \\ 1 & \text{if } p = 10. \end{cases}$$

The conditions of sensor failures when using step functions of the 1st and 2nd levels are expressed by the relations

$$\begin{aligned} \text{sign}(\tilde{y}_{i_1}[t_k] - Z_{1i_1}[t_k]) &= \text{sign}(\tilde{y}_{i_2}[t_k] - Z_{1i_2}[t_k]), \\ \text{sign}(\tilde{y}_{i_1}[t_k] - Z_{2i_1}[t_k]) &= \text{sign}(\tilde{y}_{i_2}[t_k] - Z_{2i_2}[t_k]), \\ i_1, i_2 &\in [1, m]. \end{aligned}$$

The studies showed the complexity and multi-aspect of the considered problem, which due to necessity to search the new system solutions to assess the reliability of information received from sensors of different nature.

References

1 Pankratova N. D., Creation of the Physical Model for Cyber-Physical Systems //In book Cyber-Physical Systems and Control. Lecture Notes in

Networks and Systems. Series Volume 95. Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-030-34983-7. P.68-77.

2 Tsvetkov. V.Ya. Cyber physical systems // Int. J.Applied and Fundamental Research. 6–1, 2017. – P. 64–65.

3 Chernyak. L. The Internet of Things: New Challenges and New Technologies. Open Systems. DBMS. 4, 2013. – P. 14–18.

4 Форрестер Дж. Мировая динамика. М.: Наука, 1978.

5 Colby R. The Encyclopedia of Technical Market Indicators. - М.: Alpina Publisher, 2011. - 840 p

6 Pankratova N.D. System strategy for guaranteed safety of complex engineering systems // Cybernetics and System Analysis, 2010, 2(46), 243-251, DOI:10.1007/s10559-010-9201-6

УДК 681.32:638

ЦИФРО-АНАЛІТИЧНА ТЕХНОЛОГІЯ СИСТЕМНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСІВ КЕРОВАНОГО РУХУ

Максимов А.Є., Тимченко А.А., *д.т.н., проф.*
Черкаський державний технологічний університет

В доповіді надані результати системного аналізу процесів системного проектування динамічних рухомих об'єктів.

Вступ. Простим прикладом моделі динаміки руху є відомі закони Ньютона для опису деякого узагальненого рухомого об'єкту. Наведені результати аналогового моделювання та аналітичних розрахунків. В основу системних досліджень покладена методологія цифро-аналітичної технології.

1. Квзіаналогове моделювання об'єкту руху як об'єкта дослідження.

Основою системних досліджень процесів руху використовуються закони Ньютона, Ейлера, Лагранжа, Крилова, Цюлковського, Кондратюка. Закони відображують взаємодії сил, моментів, мас та ін. Серед них взаємодіють як відомі, так і невідомі параметри [1, 2]. В результаті проведеного моделювання в Simulink отримано оптимальні криві перехідних аперіодичних процесів, які в подальшому використовуються для аналогових розрахунків (рис. 1-3).



Рис. 1. Варіанти використання обчислювальних комплексів

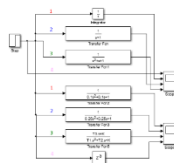


Рис. 2. Схема моделі обчислювального комплексу дослідження

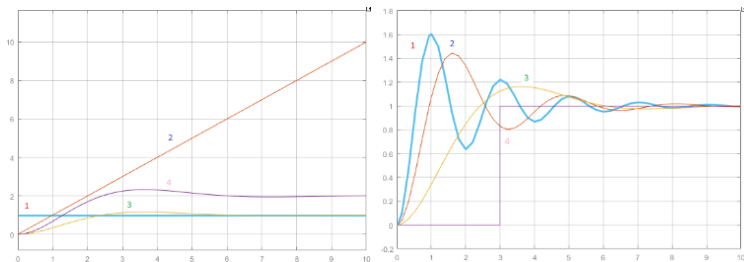


Рис. 3. Графіки перехідних процесів

2. Алгоритмізація процесів розв'язання задач керування [3].

Вважаючи що математична модель оптимальної системи керування має вигляд:

$$(T_1 p^2 + T_2 p + K)x = K_y y, \quad (1)$$

де $p \equiv \frac{d}{dt}$, $y = y(t)$ – програма; тоді увага дослідника зводиться до

вивчення характеристичного поліному:

$$T_1 p^2 + T_2 p + K = 0, \quad (2)$$

розв'язуючи алгебраїчне рівняння другого степеня:

$$P_{1,2} = \frac{-T_2 \pm \sqrt{T_2^2 - 4T_1 K}}{2T_1}, \quad (3)$$

де $T_2^2 - 4T_1 K = D$. Тоді диференціальне рівняння:

$$T_1 \ddot{x} + T_2 \dot{x} + Kx = Ky, \quad y = y(t), \quad x(0) = x_0, \quad \dot{x}(0) = \dot{x}_1 \quad (4)$$

має різні розв'язки в залежності від зміни D (рис. 4):

$D > 0$ – корені дійсні і різні;

$D = 0$ – корені дійсні і рівні;

$D < 0$ – корені комплексні.

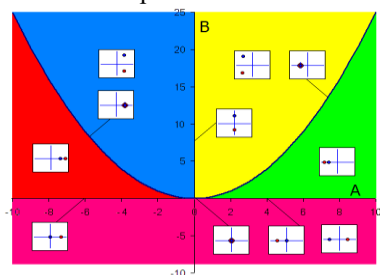


Рис. 4. Граф-схема діаграми Вишнеградського

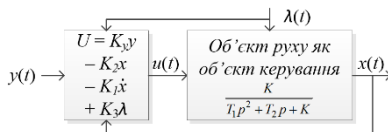


Рис. 5. Граф-схема комбінованої системи керування

Якість перехідних процесів оцінюється за допомогою інтегральних функціоналів або диференціальних показників [4] (функції предикат).

Задача керування об'єктів руху, що в загальному випадку описується рівнянням:

$$m\ddot{x} = A\dot{x} + Cx = K_u U + K_\lambda \lambda, \quad (5)$$

де U , λ відповідно керуючий вплив та збурення (навантаження), зводиться до пошуку (синтезу) моделі керуючого пристрою з компенсацією впливу збурення (комбінована система):

$$K_u U = -K_1 \dot{x} - K_2 x - K_3 \lambda + K_y y. \quad (6)$$

Тоді модель замкнутої системи керування з урахуванням закону керування буде мати вигляд (рис. 5):

$$m \ddot{x} + (h + K_1) \dot{x} + (C + K_2) x = K_y y \quad (7)$$

відповідно до оптимальної системи керування відносно похибки:

$$e = y - x : \ddot{e} + a_1 \dot{e} + a_0 e = 0, \quad (8)$$

де значення коефіцієнтів a_0 , a_1 відповідає оптимальній оцінці:

$$I = \int_0^T e^2 dt, \quad a_1 = \frac{h + K_1}{m}, \quad a_0 = \frac{h + K_2}{m}, \quad K_y = a_0, \quad y(t) - const. \quad (9)$$

Ці значення використовуються для етапу проектування – технічна (фізична) реалізація.

Висновки. В доповіді розглянуті теоретичні та практичні властивості динамічних рухомих об'єктів з точки зору процесів керування в умовах цифро-аналогової технології системного аналізу.

Література

1 Тимченко А.А. Структурний синтез системи автоматичного керування рухом у просторі // Автоматика – №6, 1967. – С. 93-95.

2 Жук К.Д., Тимченко А.А., Доленко Т.И. Исследование структур и моделирование логико-динамических систем. – К.: Наукова думка, 1975 – 199 с.

3 Максимов А.С., Тимченко А.А. Застосування інформаційних технологій DAT та ADT в задачах системного проектування // Тези доповідей V Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології в освіті, науці і техніці» (ІТОНТ-2020): Черкаси, 21-23 травня 2020 р. – Черкаси: ЧДТУ, 2020. – С. 25-27.

4 Жмудь В.А. К вопросу об обобщении диаграммы Вышнеградского // Автоматика и программная инженерия – №4(6), 2013. – С. 90-95.

УДК 004.9

ПЛАГІН ВІДЕОПЛЕЄРА ДЛЯ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ КАДРІВ

А.О. Заворотний, В.В. Нехай

Національний університет “Чернігівська політехніка”, Україна

Зір людини відмічає різницю між відео зі стандартною частотою кадрів та частотою більш ніж у 4 рази більшою за стандартну, коли знято об'єкт, що швидко рухається. Коли людина дивиться прямо на об'єкт, то розрізняє найдрібніші деталі, проте зір погано справляється з швидко

рухомими предметами. Периферійний зір, навпаки, страждає нестачею деталей, але гарно сприймає рухи. Стандарти частоти кадрів за секунду відображають технічні обмеження відеозапису майже столітньої давнини, що вже не є актуальними. [2] [7]

Нерухомо дивлячись відео, на якому інша людина повільно йде по прямій, око не помітить істотної різниці між 24 і 60 кадрів за секунду, так як рухи плавні. Якщо ця людина швидко біжить - різниця вже буде гарно помітна, відео з частотою 60 кадрів за секунду буде набагато плавніше і приємніше, ніж з частотою 24 кадрів за секунду. А якщо ця людина не просто біжить, а біжить зигзагом, попутно стрибаючи через перешкоди - то навіть різниця між 60 і 120 кадрами за секунду буде помітна, на користь більшої частоти. Межа, після якої різниця вже непомітна залежить від індивідуальних особливостей зору, і приблизно становить 80-150 кадрів в секунду. [3] [7]

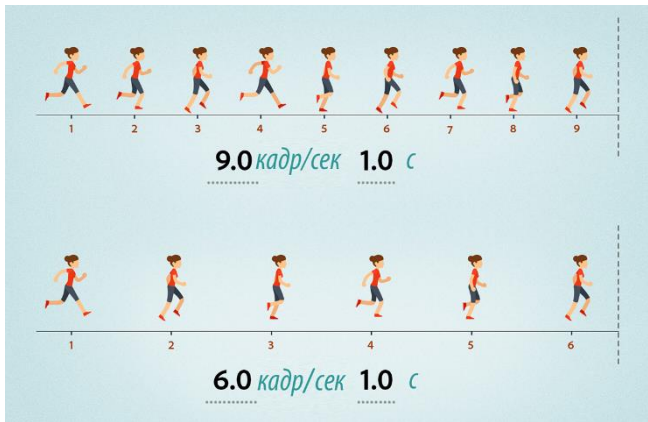


Рисунок 1 — Схема кадрів з різною частотою людини, що біжить.

Постановка задачі. Перегляд відео більше не обмежується частотою показу кадрів пристроями виводу, то підвищення їх частоти з точки зору технічної можливості є питанням програмних засобів інтерполяції частоти кадрів. А для деяких пристроїв, область виводу яких покриває також і периферійний зір, такі як телевізори з великою діагоналлю та шоломи віртуальної реальності, підвищення частоти кадрів є важливим для забезпечення комфортного сприйняття інформації людиною.

Рух інтерполяції або кадр інтерполяції з компенсацією руху (MCFI) є однією з форм обробки відео, в якому проміжні кадри анімації генеруються між існуючими за допомогою інтерполяції, в спробі зробити анімацію більш плавною і компенсувати розмиття руху. Головне завдання — це генерація проміжних кадрів і додавання їх до відео-потoku. [2] Через особливості задачі, такі як непередбачуваність об'єктів на відео та висока варіативність якості відео-файлів, загальноприйнятого алгоритму чи методу інтерполяції немає. [2]

Модель «Depth-Aware video frame Interpolation Network» (DAIN), яка використовує шари згорткових штучних нейронних мереж, що являють собою імітацію архітектури зорової частини кори головного мозку, для детектування об'єктів та побудови карт глибини, і дозволяє чітко виявити оклюзію, досліджуючи взаємне розташування об'єктів по осі Z. [1]

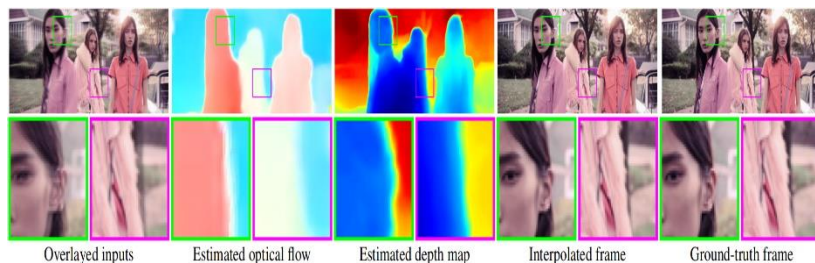


Рисунок 2 — Приклад створення проміжного кадру за допомогою DAIN.

Була обрана саме модель DAIN, зокрема вона створює шар проекції потоку для синтезу проміжних потоків, які переважно відбирають ближчі об'єкти, ніж більш далекі. Кількісні та якісні результати свідчать про те, що ця модель краще інших сучасних методів інтерполяції кадрів для широкого спектру наборів даних. [1]

Кодування задач. Для створення плагіну був обраний mpv відеоплеєр, тому що він платформонезалежний та поставляється з відкритим вихідним кодом, та вільно розповсюджуються. Важливим фактором вибору є API на мові програмування Python версії 3.

Для створення плагіну для mpv відеоплеєру треба використовувати зовнішній (для мови програмування Python) інструмент libmpv та пакет взаємодії з libmpv, що має назву python-mpv. Для відображення панелі керування, необхідно мати зовнішній інструмент Qt5 та пакет-обгортку для мови програмування Python, що має назву PyQt. Для склеювання кадрів у відео-файл потрібно встановити opencv та інтерфейс для мови програмування Python, що має назву opencv-python. Для навчання та використання моделі згорткової штучної нейронної мережі DAIN необхідні наступні зовнішні інструменти: CUDA, що являє собою програмно-апаратну архітектуру паралельних обчислень, яка дозволяє істотно збільшити обчислювальну продуктивність завдяки використанню графічних процесорів фірми Nvidia; cuDNN, що являє собою бібліотеку примітивів для глибоких нейронних мереж, що використовує графічні процесори фірми Nvidia для обрахунків; GCC та NVCC для компіляції пакетів, що входять до моделі DAIN. Також для використання PyTorch необхідні пакети екосистеми для машинного навчання мови програмування Python, а саме numpy для підтримки великих багатовимірних масивів і матриць, SciPy для оптимізації та інших загальних задач, Pillow для обробки зображень. Також модель згорткової штучної нейронної

мережі DAIN використовує пакет PWC-Net для операцій над зображеннями, і базується на моделі MEMC-Net, що використовує адаптивний шар викривлення для розміщення об'єктів по осі Z. [4]

Кодування відбувається згідно стандарту написання коду PEP 8 за для можливості розробки сторонніми розробниками.

Створений клас модуля інтерполяції частоти кадрів, що має назву InterpolationModule та знаходиться у файлі interpolation.py. Клас ініціалізується при старті плагіну та має викликати ініціалізування інших класів. Створений клас обгортки для libmpv, що має назву LibmpvWrapper та знаходиться у файлі libmpv_wrapper.py. Клас ініціалізується у класі InterpolationModule та має впроваджувати взаємодію з пакетом rpython-mpv. Створений клас обгортки для моделі згорткової штучної нейронної мережі DAIN, що має назву DAINModelWrapper та знаходиться у файлі DAIN_wrapper.py. Цей клас ініціалізується у класі InterpolationModule та має впроваджувати взаємодію з моделлю DAIN та виконувати генерацію проміжних кадрів за її допомогою. Створений клас склеювача проміжних кадрів, що має назву FramesGluer та знаходиться у файлі frames_gluer.py. Цей клас ініціалізується у класі InterpolationModule та має перетворювати оригінальні та створені кадри у відео, додавати та синхронізувати оригінальну аудіодоріжку. Створений клас панелі керування, що має назву ControlPanel та знаходиться у файлі control_panel.py. Клас ініціалізується у класі InterpolationModule та має впроваджувати налаштування та ініціювати процес інтерполяції частоти кадрів. Також створені допоміжний клас для логерування, що має назву Logger та знаходиться у файлі logger.py. Цей клас ініціалізується при старті плагіну. Діаграма класів приведена на рисунку 3.

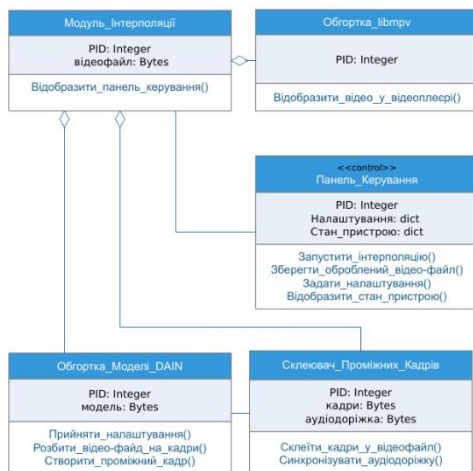


Рисунок 3 — Діаграма класів плагіну.

Графічний інтерфейс плагіну відеоплеєру mpv для інтерполяції частоти кадрів за допомогою моделі згорткової штучної нейронної мережі

DAIN складається з панелі керування, за допомогою якої можна керувати плагіном та слідкувати за станом пристрою. Екранний вигляд панелі керування приведено на рисунку 4.

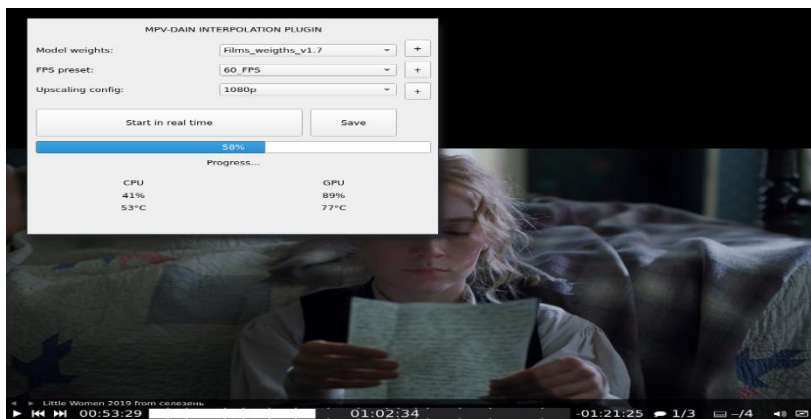


Рисунок 4 — Екранний вигляд панелі керування.

Плагін було реалізовано за допомогою мови програмування Python версії 3, фреймворку глибокого навчання моделей штучних нейронних мереж PyTorch, платформонезалежного відеоплеєра mpv та його API libmpv, інтерфейс користувача за допомогою обгортки для Qt5, що має назву PyQt.

Висновок. У роботі була проведена розробка плагіну відеоплеєру для інтерполяції частоти кадрів за допомогою моделі згорткової штучної нейронної мережі DAIN.

Література

1 Wenbo Bao, Wei-Sheng Lai, Chao Ma, Xiaoyun Zhang, Zhiyong Gao, Ming-Hsuan Yang (2019). “Depth-Aware Video Frame Interpolation”. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/1904.00830>.

2 From Wikipedia, the free encyclopedia. “Motion interpolation”. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Motion_interpolation

3 From Wikipedia, the free encyclopedia. “Frame rate”. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Frame_rate

4 Wenbo Bao, Wei-Sheng Lai, Xiaoyun Zhang, Zhiyong Gao, Ming-Hsuan Yang (2019). “MEMC-Net: Motion Estimation and Motion Compensation Driven Neural Network for Video Interpolation and Enhancement”. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/1810.08768>

5 From Wikipedia, the free encyclopedia. “mpv”. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Mpv_\(media_player\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Mpv_(media_player))

6 “PyTorch documentation”. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://pytorch.org/docs/stable/index.html>

7 Navagin A. How many frames per second does the human eye see? [Електронний ресурс] / Alexander Navagin. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://hype.tech/@ns3230/skolko-kadrov-v-sekundu-vidit-chelovecheskiy-glaz-4ylktl9l>.

УДК 004.942

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ВІЗУАЛЬНОЇ МОДЕЛІ РУХУ НЕБЕСНИХ ТІЛ

Кучерявенко М.О., Гребенник А.Г.

Національний університет «Чернігівська політехніка»

Графічне представлення інформації істотно спрощує взаємодію людини з комп'ютером, а також допомагає вирішувати різні завдання, в яких необхідно наочне надання інформації. Це особливо актуально в сферах освіти і науки, тому що саме в них ефективність роботи людини безпосередньо залежить від швидкості осмислення отриманих даних, яка, в свою чергу, визначається наочністю подання аналізованого матеріалу.

Все це, і навіть більше, стало доступне людству, зокрема, завдяки математичному, а зараз і комп'ютерному моделюванню.

Саме ідея візуально зобразити не тільки розташування зоряних об'єктів, а й їх рух відносно один одного і лягла в основу створення даного програмного продукту, написаного на мові C++ в середовищі Qt.

Одним із застосувань проекту є моделювання галактичної, сонячних та планетарних систем у вигляді ієрархічного мультиписку.

Усі об'єкти в програмі мають реальні значення маси та розміру. Об'єкти на орбіті рухаються навколо центру зі змінною швидкістю, яка розраховується за третім законом Кеплера [1, 2].

Переформулюючи його, отримуємо формулу $T = 2\pi * \sqrt{\frac{a^3}{GM}}$, де T — період обертання в секундах, a — велика піввісь в метрах, G — гравітаційна стала, M — маса центрального об'єкту в кілограмах.

Отримуємо кількість градусів, що об'єкт проходить по орбіті за один день за формулою $\frac{360}{N}$, де N — період обертання у днях.

Для знаходження орбітальної швидкості використовується формула довжини дуги кола $l = \frac{\pi R}{180} * \alpha$, де l — орбітальна швидкість у кілометрах за секунду, R — радіус орбіти, α — кут дуги (кількість градусів, які елемент проходить по колу орбіти за день) [3].

На основі швидкості руху всіх планет по їх орбітах стає доступним функціонал розрахунку часу до виникнення парад планет у будь-якій зоряній системі.

Для відображення розташування та руху об'єктів, було розроблено макет інтерфейсу проекту, що наведений на рис. 1.

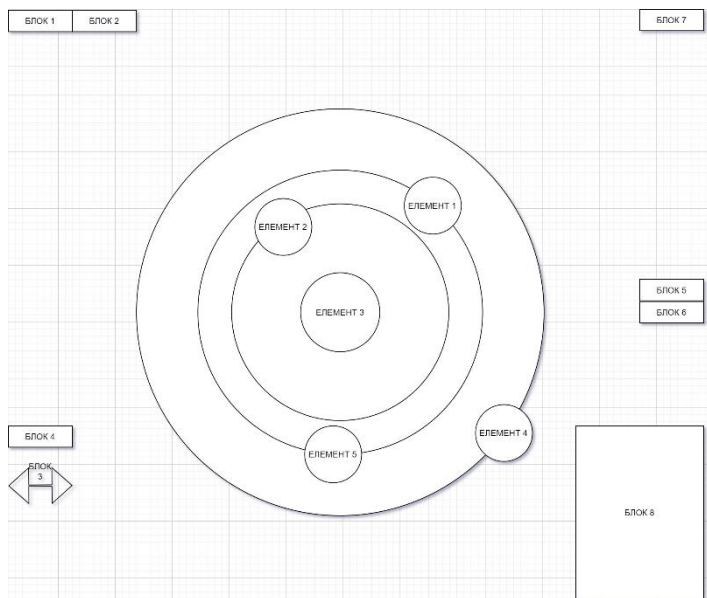


Рисунок 1 — Макет інтерфейсу проекту

В центрі основного поля відображення завжди знаходиться основний об'єкт: галактика, зірка, чи планета (елемент 3), на орбіті якого знаходяться зірки, планети, чи супутники. При наведенні на елемент відображаються його основні характеристики, а при натисканні на нього відкривається наступна система з його власними елементами на орбіті. Повертатися назад можна за допомогою відповідної кнопки у правій частині інтерфейсу (блок 5).

Користувачу надається можливість керувати швидкістю руху часу та, відповідно, елементів на орбітах з допомогою відповідних кнопок у лівій частині інтерфейсу (блок 3).

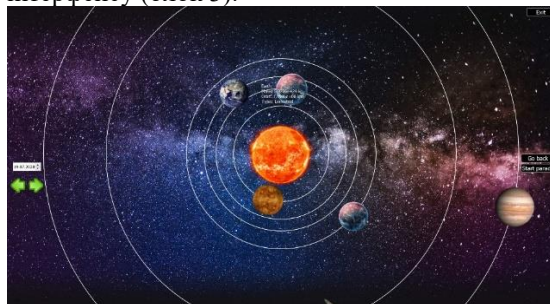


Рисунок 2 — Відображення моделі Сонячної системи у вікні проекту

Проект зацікавить як людей, що просто захоплюються астрономією, так і тих, кому астрономія важлива з професійної точки зору. Також він стане гарним посібником у вивченні астрономії для учнів будь-яких навчальних закладів.

Література

1 Bate, Roger B.; Mueller, Donald D. & White, Jerry E. Fundamentals of Astrodynamics, Dover. URL: <http://cmp.felk.cvut.cz/~kukelova/pajdla/Bate,%20Mueller,%20and%20White%20-%20Fundamentals%20of%20Astrodynamics.pdf> (дата звернення: 30.05.2020).

2 К. В. Куимов. Вращение Земли и продолжительность суток. URL: <http://www.astronet.ru/db/msg/1225962> (дата звернення: 30.05.2020).

3 Формулы длины дуги. URL: <https://myalfaschool.ru/articles/formuly-dliny-dugi> (дата звернення: 30.05.2020).

УДК 004.415.2.043

ОПИС, МОДЕЛЮВАННЯ ТА РОЗРОБКА ПРОГРАМ

В.І. Салапатов

Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького

Останнім часом моделювання і наступна розробка систем за допомогою недетермінованих скінченних автоматів набуває широкого застосування в багатьох напрямках: програмуванні, технічних системах, економіці, фінансах, фондовому ринку, медицині. При розробці складних програм важливим фактором є коректність їхньої роботи згідно опису технічного завдання. Граф такої моделі являє собою множину станів, які з'єднуються між собою направленими дугами. Кожен стан при цьому описується лише двома функціями: функцією виходу та функціями переходів. Перша описує перелік дій, які виконуються у даному стані, а другі – переходи за певними умовами в інші стани. На відміну від функції поміток $L:S \rightarrow 2AP$ в структурі Кріпке, яка враховує усі можливі комбінації предикатних умов розгалужень [1] для всіх станів моделі, при описі цих функцій для кожного стану кількість умов розгалужень значно обмежується. Тому автоматну модель доцільно описувати у вигляді згаданих двох функцій окремо для кожного стану. Кожен стан при цьому визначається як функціонально закінчена послідовність дій і має свій ідентифікатор. Переходи при розгалуженнях повинні вказувати на ідентифікатори, які визначають відповідний стан. При послідовному описі моделі по станах кожен стан матиме список можливих переходів. Такий список треба створювати спадним із зменшенням імовірності кожного переходу, що визначається замовником при описі емпірично. При описі певної гілки автоматної моделі виконується опис кожного стану

гілки за допомогою функції виходу та функцій переходу. Опис гілки має припинитися, якщо перехід вказує на вже описаний стан або якщо стан переходу є кінцевим. Після закінчення опису поточної гілки моделі необхідно виконати повернення у попередній стан і перейти до обробки чергового розгалуження у цьому стані. Такий процес опису моделі з поверненнями продовжується для всіх гілок графа автомату. У процесі опису з метою зручної наступної обробки списки ідентифікаторів розгалужень доречно організувати в стек у такій послідовності, в якій виконується опис моделі. Для контролю за цим процесом при опису моделі необхідно створити базу даних, яка має складатись з двох відношень. В одному з них в порядку опису мають перераховуватися усі стани моделі, а в іншому – перерахунок усіх розгалужень для кожного стану. Структура такої бази даних показана на рисунку 1. Назва стану визначає ідентифікатор стану, Посилання вказує на попереднє посилання на даний стан, Тип стану визначає початковий стан, звичайний стан або кінцевий стан. У другому відношенні Розгалуження визначають можливі переходи в інші стани. Атрибут Посилання необхідний для вказівки того, що на даний стан вже було посилання для закінчення обробки можливої гілки моделі. Атрибути Розгалуження являють собою список розгалужень з поточного стану на посилання в інші стани.

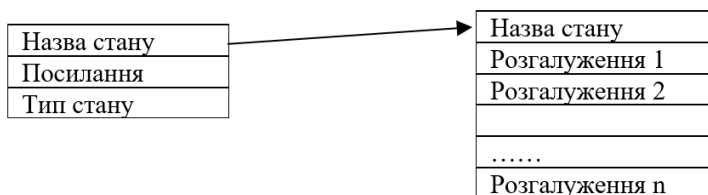


Рисунок 1. Структура бази даних опису моделі

В результаті опису моделі фактично виконується створення її математичної моделі та графу, які повністю відповідатимуть опису. При цьому перелік дій у кожному стані описується в термінах розширеної темпоральної логіки. Тому відпадає необхідність у верифікації моделі, як це передбачається за технологією MODEL CHECKING, оскільки модель там створюється не напряму і потребує додаткової верифікації [1]. Створений за такою технологією граф автоматної моделі програми представлятиме точну згідно опису блок-схему алгоритму програми, оскільки він відповідатиме всім специфікаціям та обмеженням опису і тому не потребує подальшої верифікації.

Специфікація являє собою повний опис дій, які мають бути виконані у кожному стані автоматної моделі. Обмеження мають виявляти усі невідповідності моделі, тобто помилкові ситуації. Особливим видом специфікації є опис даних, який створюється на самому початку опису моделі. Така особливість технології опису узгоджується також принципам структурного програмування. Для формування програми на будь-якій

процедурній мові програмування після створення секції даних необхідно виконати обхід графа моделі з початкового стану моделі. Як вже було зазначено, для опису моделі використовується розширена темпоральна логіка. Розширення полягає у тому, що темпоральна логіка [1] розширюється регулярними операторами [2]. Опис дій у кожному стані має перетворюватись в оператори присвоєння, введення, виведення, локальні розгалуження та цикли. Закінчення виконання дій для кожного стану у вигляді функції виходу в процесі їх виконання завершується переходом в один з наступних станів. Переходи повинні виконуватись за певних умов і мають бути реалізовані за допомогою операторів розгалуження. Як було зазначено вище, ідентифікатори переходів формуються в стек і при кожному поверненні поточний ідентифікатор виштовхується зі стелу. При цьому необхідно, щоб виконувались С-подібні угоди щодо передачі параметрів, тобто перший параметр повинен розміщуватись у верхівці стелу. Реалізація переходу у наступний стан здійснюється починаючи з першого зі списку переходів. У подальшому при обході графа моделі виконується такі самі дії аж до досягнення кінцевого стану моделі або до стану, на який вже був перехід. Коли обробка чергової гілки завершується, необхідно виконати повернення у попередній стан і перейти до обробки наступного переходу з цього стану.

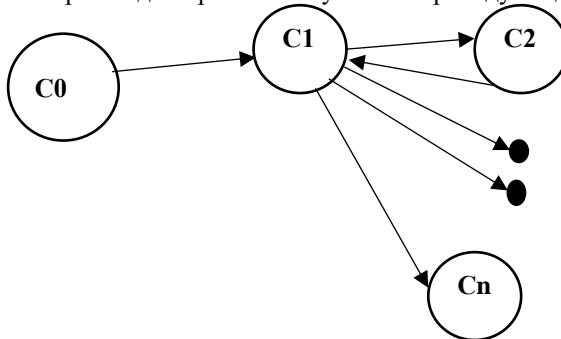


Рисунок 2. Обробка розгалужень поточного стану

Процес обробки гілокграфу моделі наведено на рисунку 2. З одного боку показано послідовність обробки розгалужень для стану C1. З іншого боку, якщо стан C2 є кінцевим або таким, до якого вже було звернення, то на малюнку показано повернення зі стану C2 в стан C1. В результаті такої обробки дерева моделі здійснюється повний її обхід і створення власної програми на одній з процедурних мов програмування. По закінченню обробки дерева моделі стек з посиланнями має бути пустим. Якщо необхідно розширити програму або зробити деякі зміни у програму, то достатньо ввести додаткові стани в граф моделі та зробити відповідну обробку з перетворенням у програмні фрагменти.

В разі створення паралельних програм за даною технологією застосовуються такі синхронізуючі механізми як протоколи, монітори. Про-

токоли передбачають обробку певних подій. Протокол можна розглядати як предикат, що виконується, якщо не оброблені всі його події. Після повного виконання протоколу повинна виконуватись процедура, яка завершує виконання протоколу. Опис протоколу описується за допомогою оператора темпоральної логіки pUq . Тут p – це предикат виконання протоколу, а q – завершальна процедура (предикат) обробки протоколу. Моніторні примітиви застосовуються для доступу кількох процесів до спільних ресурсів і реалізуються як сукупність семафорів та спеціальних процедур.

Така технологія розробки програм дозволяє створювати програми згідно вимог за їх описом і практично уникати серйозних помилок. На даний час технологія на кафедрі програмного забезпечення автоматизованих систем Черкаського національного університету проходить дослідне випробування і буде використовуватись як у навчальному процесі, так і при розробці складних програмних систем.

Література

1 Карпов Ю.Г. MODEL CHECKING. Верификация параллельных и распределенных программных систем. /Ю.Г. Карпов – СПб.; БХВ-Петербург, 2010. - 560 с.

2 Салапатов В.І. Особливості опису автоматної моделі системи. Тези доповідей. Дванадцята міжнародна науково-практична конференція 'Математичне та імітаційне моделювання систем 'МОДС-2017', с. 357-360.

УДК 571.957

РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧІ ПІДТРИМКИ ПРАВЦІВНИКА МОБІЛЬНОЇ ГРУПИ З УРАХУВАННЯМ ЧАСОВИХ ВІКОН

В.А. Уманський

Національний Технічний Університет України «Київський Політехнічний Інститут»

1. Вступ

Сьогодні існує безліч задач які можна віднести до класу Vehicle routing problem (VRP), велика кількість задач з різних галузей може бути змодельовано термінами даного класу, як наслідок усі ці задачі добре досліджені та адаптовані до цих областей, наприклад туризм, торгівля, будівництво, будь яка подібна задача з теорії розкладів. Але, існують задачі, які можуть бути сформульовані термінами задач VRP, а також з використанням алгоритмів Orienteering problem (OP), зазначимо що формулювання задачі у термінах OP дозволяє більш точно змодельовати специфіку предметної області кожної предметної області задачі. Саме тому, проводиться аналіз та вивчення даного класу задач, з'являються нові постановки задач і методи рішення.

Необхідність дослідження класу задач ОР зростає з появою нових галузей, проблематика яких зводиться до постановки задачі ОР. Як приклад можна навести зростання попиту на написання ПЗ для прогнозування розподілу персоналу (галузь HR), складання карти маршрутів і поїздок для туристів, людей, яким необхідно оптимально планувати свій час, працівникам мобільних груп, працівникам клінінг компаній, директорам, у яких щодня заплановано чимало зустрічей у різних куточках міста а тд. Такі проблеми можна змодельовати термінами задач класу ОР – Team orienteering problem with time windows (TOPTW). Для рішення побних задач також можна обрати формулювання задачі VRP, а також інші, більш складні модифікації TOPTW. Але обрано TOPTW, тому що мат. постановка задачі VRP не враховує специфіку проблем (наприклад, той факт, що не всі візити обов'язкові), а модифіковані постановки TOPTW ускладнюють математичну постановку і методи розв'язку математичної задачі.

2.Метод розв'язання задачі

За складністю задача SCPTW не менш складною аніж TOP. В свою чергу, TOP-модифікація задачі ОР (ОР- частковий випадок TOP) тому, як і ОР, TOP і SCPTW є NP-складною задачею. Доведення, що задача ОР є NP-складною задачею наведено у[6]. Задача SCPTW оптимально розв'язується точними методами, але ці методи використовуються для розв'язання задач із невеликою кількістю вершин. До вищезгаданих методів відносять динамічне програмування і метод гілок та меж. Наприклад, у роботі [7] SCPTW розв'язана точними методами для графу з 30 вершинами. Зваживши на складність данної проблеми більшість літературних джерел присвячено розв'язку задачі не точними методами. Для розв'язку поставленої задачі використано два ефективних і добре відомих алгоритми: алгоритм повторюваного локального пошуку та алгоритм імітації відпалу. В їх основу покладено однакову процедуру локального пошуку [8]. Побудова розв'язку засновується на тому, містить що кожен з $d \in 1, m$ маршрутів початкову і кінечну вершини. Для кожної вершини, що не належить жодному маршруту, визначається величина $shift_i$ $i \in 1, n$. Дана величина позначає те, зміщення в часі прибуття до вершини перед якою буде розміщена нова вершина. А коли для кожної вершини визначена найкраща позиція, проводиться оцінка $Score_i / shift_i$. Метою оцінки є побудова коротких маршрутів між вершинами і максимізація сумарної корисності всіх маршрутів. Обирається вершина з максимальною оцінкою і пошук повторюється спочатку. Робота локального пошуку завершується, при умові, що не можливо додати нову вершину через обмеження маршрутів у часі. Після цього проводиться збурення, що являє собою вилучення вершин з маршруту. Потім процедура локального пошуку повторюється. Отримане значення цільової функції може бути меншим ніж попереднє, тоді попередній розв'язок замінює поточний. У протилежному випадку поточний розв'язок стає но-

вим і знову відбувається збурення. Алгоритм завершує свою роботу, коли виконана кількість ітерацій описана умовою задачі. Для скорочення часу роботи, обчислення околу при виконанні процесу локального пошуку відбувається паралельно. Отже для кожної вершини, яка не входить до маршрутів, незалежно обраховується найвигідніша позиція для розміщення вершини. Алгоритм імітації відпалу діє як і алгоритм повторюваного локального пошуку, тобто використовує модифікований локальний пошук, який описано вище. Імовірність прийняття рішення, яке погіршує значення цільової функції вираховується згідно розподілом Больцмана, а розклад вираховується на основі геометричного закону з константою, що дорівнює 0,95.

3.Інтерпритація результатів

Розглянуті алгоритми дають подібні результати роботи, але алгоритм повторюваного локального пошуку знаходить більш кращі рішення. Ця ситуація може змінитись при збільшенні кількості ітерацій. Але необхідно зазначити, що задача TOPTW розв'язується щоб в подальшому лягти в основу мобільних застосувань та веб-додатків. Тому надається перевага алгоритмам, час роботи яких менший та менш ресурсомісткий. А оскільки, оцінка початкової температури досить трудомістка процедура, яку треба проводити перед початком роботи алгоритму на новому наборі даних. Тому у більшості випадків надається перевага алгоритму повторюваного локального пошуку.

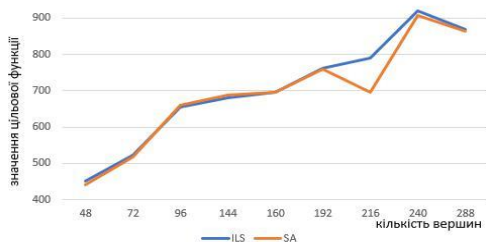


Рис. 1 – результати роботи алгоритмів повторюваного локального пошуку і імітації відпалу

4.Висновок

Наведено і описано математичну постановку задачі роботи керівника мобільної групи з урахуванням часових вікон. Задачу вирішено з використанням алгоритмів імітації та повторюваного локального пошуку. Проведене очищення для розрахунку часу роботи зазначених алгоритмів і проведена порівняльна характеристика отриманих результатів.

Список літератури

- 1 Vansteenwegen P. The orienteering problem
- 2 Kara I., Derya T., Bicaçci P. New Formulations for the Orienteering Problem

3 Gavalas D., Mastakas K., Charalampos K., Pantziou G. A survey on algorithmic approaches for solving tourist trip design problems

4 Tackling large-scale home health care delivery problem with uncertainty. / C.Chen, Z. Rubinstein, S. Smith, H. Lau.

5 TRACCS: A Framework for Trajectory-Aware Coordinated Urban Crowd-Sourcing

6 Golden L. The orienteering problem / L. Golden, R. Vohra, L. Levy

7 Kim B. A Branch-and-Price Approach for the Team Orienteering Problem with Time Windows / B. Kim, H. Tae.

8 Iterated local search heuristic for the team orienteering problem with time windows / P.Vansteenwegen, W. Souffriau, G. Berghe, D. Oudheusden.

9 Walid B. Computing the Initial Temperature of Simulated Annealing / Ben-Ameur Walid.

УДК 519.718

ЭФФЕКТ ДИХОТОМИИ В СТРУКТУРНОЙ НАДЕЖНОСТИ ДУБЛИРОВАННЫХ СИСТЕМ

А.В. Федухин

Институт проблем математических машин и систем НАН Украины

Рассматриваются вопросы надежности невосстанавливаемых двухканальных систем автоматики и компьютерной техники. В качестве альтернативных вариантов рассматриваются система с поблочным дублированием (СПД) и система с квазимостиковой структурой (КМС) [1]. СПД в общем виде представляет собой двухканальную систему, состоящую из последовательного соединения дублированных узлов разной надежности. При отказе одного из функциональных субблоков (ФСБ) дублированного узла с помощью схемы контроля и реконфигурации (СКР) производится его маскирование, вывод из вычислительного процесса и реконфигурация структуры системы в режиме работы «Non Stop». Система с КМС также представляет собой двухканальную структуру, но состоящую из последовательного соединения дублированных узлов равной надежности, при этом техническая элементоемкость (уровень избыточности) и функциональность данной системы идентичны СПД. Система с КМС также является отказоустойчивой системой, обеспечивающей режим работы «Non Stop».

В качестве инструментария для исследования надежности систем используется вероятностно-физический метод расчета (ВФ-метод), в основе которого лежит диффузионное распределение наработки до отказа (DN-распределение), специально формализованное для оценки надежности электронных, электрических и электромеханических элементов и систем [2].

Функцию распределения которого удобно изображать в виде:

$$F(x;1,V) = \Phi\left(\frac{x-1}{V\sqrt{x}}\right) + \exp(2V^{-2})\Phi\left(-\frac{x+1}{V\sqrt{x}}\right), \quad (1)$$

где $x = at_i$; a - средняя скорость деградации (изменения параметра критерия годности ПКГ), $1/\text{ч}$; t_i - суммарная наработка, ч; V - коэффициент вариации наработки до отказа (изменения ПКГ); Φ - функция нормированного нормального распределения.

При сохранении уровня избыточности рассмотренных двухканальных резервированных систем, декомпозиция каналов на равнонадежные дублированные узлы (дихотомия) приводит к R - эффекту - росту вероятности безотказной работы системы.

На контрольных примерах установлено, что: при одинаковом количестве узлов у обеих систем ($n=5$ узлов) вероятность безотказной работы системы с КМС $R_{КМС} = 0,8526$ превышает вероятность безотказной работы системы с поблочным дублированием $R_{ДС} = 0,74809$; с увеличением количества узлов в КМС вероятность безотказной работы $R_{КМС} = 0,9338$ ($n=10$ узлов) превышает как вероятность безотказной работы КМС $R_{КМС} = 0,8526$ ($n=5$ узлов), так и системы с поблочным дублированием $R_{ДС} = 0,74809$ ($n=5$ узлов).

Полученные закономерности позволили сделать следующие важные обобщающие выводы. При одинаковом уровне избыточности исследуемых двухканальных резервированных систем с поблочным дублированием и квазимостиковой структурой, декомпозиция каналов на равнонадежные дублированные узлы в случае системы с КМС приводит к росту вероятности безотказной работы - к так называемому R - эффекту, как при одинаковом количестве узлов в рассматриваемых системах, так и с ростом количества узлов в случае системы с КМС произвольной сложности.

Наличие R - эффекта установлено также и другими методами расчета и статистического моделирования, как для невосстанавливаемых, так и для восстанавливаемых систем. R - эффект позволяет на этапе проектирования значительно повысить надежность невосстанавливаемых двухканальных компьютерных систем путем использования КМС с произвольным количеством дублированных узлов.

Литература

1. Федухин А.В., Муха Ар.А. К вопросу об аппаратной реализации избыточных структур: резервированная двухканальная система с реконфигурацией // Математичні машини і системи. - 2010. - № 4. - С.156 - 159

UDC 519.71

WEB-SERVICE FOR NETWORK GRAPH BUILDING FOR WORKS PLANNING

N.R. Balyk, I.M. Grod, S.V. Martinyuk,
Y.P. Vasylenko, V.P. Oleksiuk

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University Ukraine

Large-scale projects of modern society, carried out by various departments and specialists, include a large number of different types of work. A *network graph* (or *network model*) is the basic planning document for network planning and management. It is an information-dynamic model of the sequence of work and the relationships between those works that must be fulfilled to complete a single project.

The purpose of the study is to evaluate the possibility of using in the apparatus of mathematical modelling in management decisions, improving the theoretical and methodological tools, developing a suitable Web-service, providing practical advice on the possibility of planning the implementation of complex projects, monitoring the process of their implementation and making necessary adjustments.

Suppose that there is some work to be done and that many, many employees - individual employees, groups, teams or entire businesses - have to take part in this common, "big" job, so that individual tasks will be assigned to different people, groups, teams, and so on. Questions arise:

How best to distribute employees to do all the "big" work in the shortest possible time?

How to distribute resources (labour, materials, finances, equipment) so that all the "big" work is the cheapest?

What to do if, in the course of the work, it turns out that individual employees do not meet the deadline set by the plan?

Where to throw reinforcements (tools, equipment, people)?

How to find out what is currently the most important, where is the most responsible area, on the results of which depends the success of the whole case [1]?

The very process of ordering the network graph leads to the need to take into account all the links of "big" work. The main characteristic of each work – its expected duration of execution – in graph theory is called arc length. The presence of this numerical estimate makes it possible to perform a mathematical analysis of the network graph.

As a result of the sources analysis [2], [3], [4] it is possible to determine, first of all, such its parameters:

1 the earliest possible start time for each job or the occurrence of each event;

2 the latest permissible time of completion of each job or the occurrence of each event, which will not cause a delay in the deadline for completing all the "big" work;

3 time reserves for each job – how many units of time can be delayed the execution of this work without delaying the termination of "big" work or even without to change the timing of other jobs of the graph;

4 a so-called *critical path* can be found – the longest path leading from the initial event of the schedule to its final event;

the most important at any given moment of work can be found – these are the works in which time reserves are minimal

5 Let us consider the problem of constructing a network model, which includes the works A, B, C, ..., G and reflects the following ordering of works: A, B, C – the original works of the project; A precedes D; B precedes E; C precedes F; D, E preceded G. The duration of its execution is specified for each work: A = 1; B = 4; C = 3; D = 2; E = 6; F = 6; G = 4.

We can calculate the network model of this problem by the sector method (see Fig. 1).

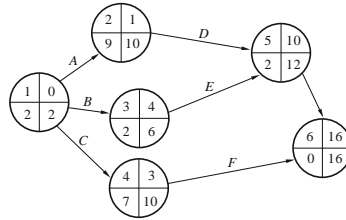


Fig. 1. Sectoral method of network model calculation.

We created a program in the form of a Web application. Web application created using such tools and technologies as PHP, Perl, MySQL.

The basic idea of this web site is to enable users to plan the implementation of complex projects, to follow the process of executing long-lived projects, to make adjustments to their projects.

The project data entry process is broken down into several steps:

1 input of individual project works

2 definition of the initial works of the project

3 description of the parameters of each work (the order of execution, the resources expended, the duration of execution)

4 description of project parameters (days off (days that will not be included in the project scheduling), project start date)

At each step, all data is subject to mandatory validation (check the uniqueness of the name of each job, check for the original works of the project). At the step of introducing interdependencies between works, a network graph is constructed. The network graph constructing method reflects the dependencies of all jobs and greatly simplifies the input of

dependencies between works. Building a network schedule involves: adding and deleting events, adding and deleting jobs (see Fig. 2)

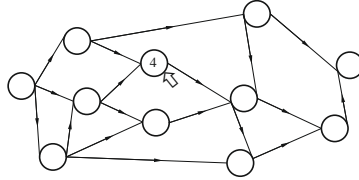


Fig. 2. Network graph modelled by program.

After the project data entry procedure, the program allows you to view the results: total project duration, approximate date of completion, including days off, duration of each work separately, early and late start and end terms of each work, resources spent on each work (see Fig. 3).

Project duration, days: 8
 The critical path: Network setup → Software install → Users learning
 Project finish date: 15-04-2020

Work	Duration	Start	Finish	Early start	Late start	Early finish	Late finish	Full reserve	Free reserve
Computes install	1	05-04-2020	06-04-2020	05-04-2020	05-04-2020	06-04-2020	06-04-2020	0	0
Software install	1	11-04-2020	12-04-2020	11-04-2020	11-04-2020	12-04-2020	12-04-2020	0	0
Users learning	3	12-04-2020	15-04-2020	12-04-2020	12-04-2020	15-04-2020	15-04-2020	0	0
Network setup	3	06-04-2020	11-04-2020	06-04-2020	06-04-2020	11-04-2020	11-04-2020	0	0
Network installation	2	05-04-2020	07-04-2020	05-04-2020	05-04-2020	07-04-2020	05-04-2020	-2	0
Development of software usage rules	4	05-04-2020	11-04-2020	05-04-2020	06-04-2020	11-04-2020	12-04-2020	1	1

Fig. 3. The results of the program.

To analyse time parameters of the network model, the program builds a timeline of the project that shows the percentage of tasks completed (see Fig. 4).

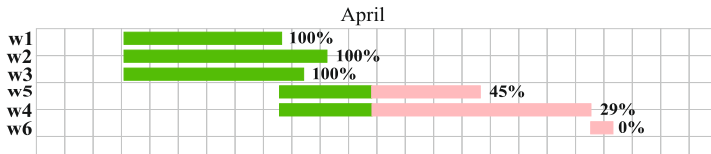


Fig. 4. Timeline of the project.

After logging in to the system, each user receives additional features:

- 1 save the projects, with the possibility of their further editing, to view the list of their projects;
- 2 keep track of project work using an event calendar and timeline of the project;
- 3 add to project managers (ability to manage a project by several persons at a time).

Conclusions. The use of network planning system helps to develop the optimal variant, which is the basis for the operational management of a complex of works during the implementation of a particular project. The main planning document in this system is a network graph that represents an

information-dynamic model that reflects all the logical relationships and results of the work required to achieve the ultimate strategic planning goal.

The main feature of the program is the solution of the problem of planning the implementation of complex works, which in turn provides network models and network graphs, which simplify the understanding of the whole model, provide optimization of the developed schedule based on mathematical methods. The program outputs scheduling results in a graphical and textual presentation that makes it easy or obvious to make a decision for the manager, while saving the project allows you to watch the events and make adjustments to the model to improve optimization.

When analysing network graphs, it is considered that the duration of each job does not depend on the moment of its beginning, which is not always true in reality. It should be noted that further extension of the problem by introducing additional dependencies seems appropriate and creates the basis for further research.

Literature

1 Phillips, D., Garcia-Diaz, A.: Methods of network analysis. Mir, Moscow (1984).

2 Aptekar, S., Baron, Y., Spirna, D., Teroshyna, A.: Methods of construction of grid charts. Bulletin of Donetsk National University of Economics and Trade 4(36), 52–56 (2007).

3 Batenko, L., Zahorodnikh O., Lishchynska, V.: Project management. KNEU, Kyiv (2003).

4 Burkov, V., Zalozhnev, A., Novykov, D.: Graph Theory in Organizational Systems Management. Sinteg, Moscow (2001).

ДЕТЕКТУВАННЯ ІНТЕРЕСІВ КОРИСТУВАЧІВ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ

аспірант О. О. Дружинін

Аналіз соціальних мереж

Причиною виникнення мережевого аналізу – інтерес до структури, що може обмежувати і захочувати громадські організації. Крім того, мережі являють собою цікаві структури з точки зору їх властивостей: ілюстрація всіх з'єднань поштової мережі буде наочним і зрозумілим зразком відносин для власника цієї поштової скриньки.

Почали застосовувати ще в II половині ХХ ст. як доповнення до стандартного набору інструментів соціальних дослідників

Пояснення громадських процесів не слід шукати в природних процесах або абстрактних силах. Замість цього, потрібно звернути увагу на структуру відносин що створюється між людьми.

Поняття «мережевої структури»

Навіть найпростіша соціальна мережа може бути представлена в вигляді таких вузлів як люди, організації або веб-сторінки та зв'язки між ними.

Зазвичай, відображенням користувача соціальної мережі є його профіль. Тому мережева структура соціальної мережі представляється як серія вузлів (профіль) і зв'язків між ними.

Поняття «соціального графа»

Соціальний граф - це граф, вузли якого представлені соціальними об'єктами, такими як профілі користувачів з (різними атрибутами наприклад: ім'я, день народження, рідне місто і т. ін.), спільноти, медіа-контент і т. ін., а ребра - соціальними зв'язками між ними.

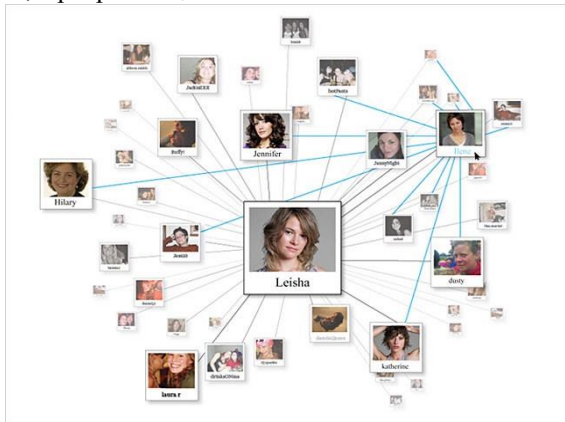


Рисунок 1 – приклад соціального графа

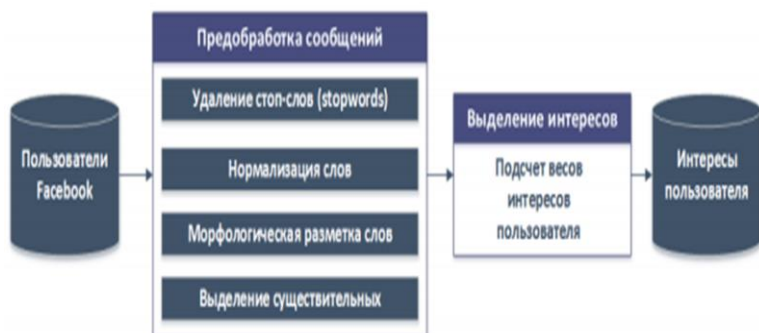
Поняття «графа інтересів»

Граф інтересів - це представлення інтересів конкретної людини, отримане на основі її активності в соціальних мережах.



Рисунок 2 – приклад графа інтересів

- Можливі варіанти використання графу інтересів
- Маркетинг (персоналізована реклама)
- Встановлення нових зв'язків між користувачами соціальних мереж (на основі їх інтересів)
- Надання рекомендацій по фільмах, книгах, музиці і так далі
- Реалізація
- Аналіз частоти вживання іменників в повідомлення користувача «Term Frequency» – відношення числа вживань деякого слова в документі до загальної кількості слів даного документа. Отже, можна оцінити важливість слова *ti* в рамках окремого поста.
- Аналіз відміток «Мені подобається» на публікаціях
- Використання ML з метою ймовірнісного доповнення інтересів
- Структурна схема аналізу



Видалення стоп-слів. Наприклад: "the", "a", "an", "of"

Нормалізація слів. Наприклад: "lol", "cuz". Приводяться до словникового виду.

Морфологічна розмітка (Part-of-speech (POS) tagging). Визначення частини мови і граматичних характеристик слів в тексті з присвоєнням їм відповідних міток (тегів).

Виділення іменників. В даному підході після етапу морфологічної розмітки для визначення інтересів користувача розглядаються тільки слова-іменники, так як вони містять основний змістовний сенс тексту.

Мінуси даного підходу

Обмеження використання слів-іменників, хоча слова інших частин мови так само можуть бути специфічні для певної області інтересів;

Не враховуються різні типи повідомлень і публікацій користувача. Наприклад, публікація-новина, яка може не становити інтерес користувача.

Проблеми при впровадженні

Закритість інформації, що насправді і може найліпшим чином охарактеризувати людину

“BigData” проблеми. В силу того, що доводиться працювати з великими об’ємами інформації потрібно зважати на тахнічні можливості для її супроводу і швидкої обробки.

Висновки

Аналіз соціальних мереж є дуже перспективною та популярною областю досліджень, адже завдяки їм можна більш детально дослідити особливості соціального стану суспільства

Результати дослідження можуть бути використані в різних сферах (від маркетингу – до попередження небажаних інцидентів)

Завдяки новим прогресивним методам обробки людської мови та машинного навчання можна отримати неймовірні результати

Сьогодні, фокус уваги компаній світового масштабу як Microsoft, Amazon, IBM плавно зміщується в сферу машинного навчання

Джерела

1 Jeongin Kim, Dongjin Choi, Byeongkyu Ko, Eunji Lee, and Pankoo Kim. Extracting User Interests on Facebook // International Journal of Distributed Sensor Networks Volume 2014 (2014), Article ID 146967. 2014

2Jinpeng Wang, Wayne Xin Zhao, Yulan He. Infer User Interests via Link Structure Regularization // ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST) Volume 5 Issue 2, April 2014 Article No. 23.

3 Martin Szomszor, Harith Alani, Ivan Cantador, Kieron O'Hara, Nigel Shadbolt. Semantic Modelling of User Interests Based on Cross-Folksonomy Analysis // ISWC '08 Proceedings of the 7th International Conference on The Semantic Web. 2008. P. 632-64

СЕКЦІЯ 4
СУЧАСНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОГО ТА
ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЗРАЗКІВ ТЕХНІКИ
СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

THE USE OF THE TILE STRUCTURE OF SPATIAL DATA IN NETWORK-CENTRIC ARMED FORCES MANAGEMENT SYSTEMS

Savkov P.A., Storublov O.I., Syniavska I.K., Zatserkovnyi V.I.
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

Olshevskiy Yu.V.

National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskyi, Ukraine

One of the topical concepts for building modern Armed Forces is the concept of network-centric systems. The concept provides for the integration of combat formations and enhancing their level of interaction through the implementation of "network-centric" principles and integration of control systems, communications, intelligence and defeat of the enemy, increasing the combat power of the Armed Forces by creating an information-switching network that allows participants to combat operations. reliable and complete information about the situation in almost real time (Belenkov O.V., 2011). The inter-center model is an extensive network of well-informed but geographically dispersed forces. The main characteristics-components of these forces are: high-efficiency "information grid", which provides access to all the necessary information, high-precision weapons, high-performance control and communication system, integrated "touch screen", integrated into a single network with the system of defeat and control system and communication. Network-centricism involves the deployment of digital networks to ensure both vertical and horizontal integration of all participants in the operation, change the tactics of prospective formations with dispersed combat orders, optimize intelligence, simplify procedures for coordination and coordination of firing, and also firing management, enhancing the combat capabilities of modern military formations, through improved information sharing and increased roll and the information itself. The use of networking, communication and information technology provides for increased efficiency of interaction and control of Armed Forces. Network-centric control systems are matrix information-management systems that underpin the global information interconnection of its elements. (Makarenko S.I., 2017). The structure of network-centric systems is shown in Fig.1 (Beshada A.O.)

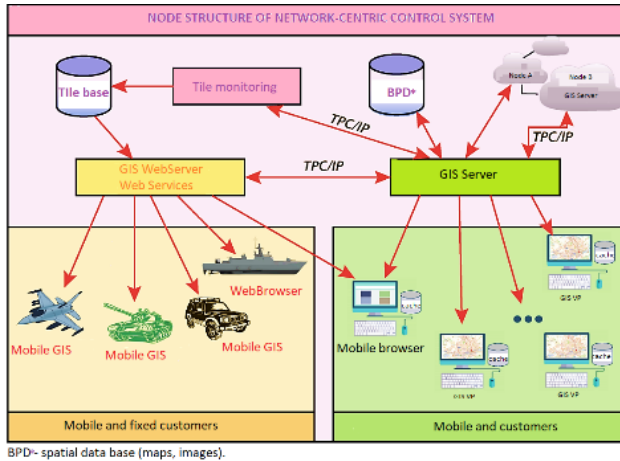


Fig. 1. Structure of network-centric systems

The main reason for the effectiveness of such systems is the integration of all forces and means in a single information space and their synergistic effect (Burenok V.M., 2009).

An network-centric system is a collection of geographically distributed nodes. These nodes act on the one hand as a source of information and, on the other, as its consumers, that is, between them there is a constant information exchange within the domain. Due to the fact that the nodes of the network-centric system are able to accumulate, store and provide the consumer with access to heterogeneous geospatial information, which has a spatial and temporal connection, there is a need to operate on each node of the database. Therefore, it makes sense to talk about distributed geospatial data banks. Such a system is characterized not only by the vertical connection between the forces and means of observation and the control points, but also by a widely developed network of horizontal connections at the same level between the heterogeneous elements of the system, which are both sources and consumers of information that circulating in the system. Having horizontal links between different types of troops increases the speed of information exchange and makes the system less vulnerable to failure of individual communication channels or top level (Beshada A.O., Maiorov A.A., 2019). Geoinformation systems for military use (GIS VP) have become an integral part of modern automated systems for managing troops and weapons, supporting effective decision-making by commanders of various units and levels, planning for military operations and types of combat support. Main areas of application of GIS VP:

- use in automated systems, weapons systems and military equipment;
- geospatial-linked data storage, processing, calculation results and forecasts; - support for decision making using geospatial data;- visualization of geospatial data; - execution of settlement operations; - creation of geoinformation applications for solving information and calculation problems from analysis and evaluation of the terrain to modeling the action of troops at different levels: from unit to the Armed Forces as a whole, their use in automated troops and weapons management systems using geospatial data, electronic maps, special models and thematic data. GIS VP provides:
 - assessment of terrain and conditions of warfare using geospatial data;
 - conducting operational and tactical situation; - planning of routes of movement of equipment and personnel taking into account specific situation, condition of terrain, stealth, time of day, seasons, characteristics of specific combat equipment, etc .; - planning of flights of aviation and unmanned aerial vehicles (UAVs) for the purpose of striking, transportation of cargoes and personnel, conducting intelligence; - determination of the most probable routes of movement of the enemy and planning of the deployment of counteraction means; - solution of information and calculation tasks (visibility areas, traffic conditions, flood areas, camouflage, forest cover and a number of others); - drawing graphic documents and printing them.

The main document that allows you to study and evaluate the terrain for warfare is a topographic map, both analog and digital. The scale of the maps should provide a rendering of the terrain with the detail and precision required for the task by all commanders and superiors of different levels. GIS VPs help to fully obtain the necessary information without additional reconnaissance. It can be used to predict exactly which areas can be flooded in the event of a disaster as a result of a natural disaster or the destruction of dams. You can calculate where it is best to organize a crossing, to build pontoons or build a bridge. By entering data on weather conditions and characteristics of the spread of toxic substances, the commander will be able to determine the probable contamination zones of the area. There is also the possibility of forecasting the spread of fires and the consequences of other natural disasters specific to a particular area. However, in the preparation and conduct of hostilities, the troops need additional information about individual boundaries, areas and sites that are not displayed on topographic maps. Therefore, in addition to the topographic maps, special maps and photo documents of the terrain need to be produced and brought to the troops, which contain additional topo-geodetic data necessary for the study and evaluation of the nature and properties of individual sites, as well as for the more efficient use of weapons and military equipment.

The use of GIS VP, electronic topographic maps and photo documents of the terrain allows you to quickly and thoroughly study the terrain, to better position your troops, to determine the ways and nature of combat, to perform the necessary measurements and calculations, which in turn, allows the commander to shorten the time to decide tasks. GIS makes it possible to create digital object models (CMOs) that display exactly the information that exactly fits the user's needs. In addition, they provide new 3D map mapping information not available on paper maps. A three-dimensional view of the CMO from a specific point, or flying around the terrain with the applied operational situation, will give a more complete picture to the commander of any link, unlike a paper map with its objects. GIS VPs can drastically reduce the time needed to evaluate the situation but there are a number of major issues that significantly limit the conduct of GIT exercises, such as:

- organizational problems;
- technical (technological) problems;
- problems of training military specialists in the field of information and use of GIS;
- financial and economic problems;
- Problems of creation and improvement of the information infrastructure of the AF.

To address these issues, the following measures are required:

- increase the level of security of military authorities, headquarters and services with state-of-the-art computer equipment and peripherals;
- GIS sharing with mathematical modeling and artificial intelligence;
- coherence of the development and use of GIS VP in the types and genera of the Armed Forces;
- creation of systems of collective access databases;
- Creation and implementation of only compatible hardware and software;
- expanding the use of local and distributed information and computer systems;
- continuous work on the exchange of information between the developers of information media.

With the increasing use of GIS in the military sphere, it became clear that GIS is needed to support the fighting and activities of international peacekeeping operations. The functionality of such a GIS should include the creation of tactical maps, convoy planning, goal analysis, operational control and a number of other tasks (*Belenkov O.V., 2011*). With the standard organization of the storage of the map image, there is a problem of slow loading of the map images when working with a regular geoinformation server. Due to the peculiarities of this information, modern systems for storing spatial information are methodologically different from classic databases, because in addition to the data themselves, they store metadata, links and relationships. The amount of additional information about the data is much more than the data itself. Huge amounts of information and complexity of communication create an information barrier for the user. Spatial data processing and construction tasks can only be effectively addressed by smart technology. Digital mapping information occupies very

large information volumes in storage systems, the primary purpose of which is to form a mapping image based on the digital information stored in the system. This process is based on the tile structure of the spatial data. It should be recalled that when displaying an image on the monitor, the vector image is converted to a bitmap. GIS supports tile maps and shapefiles, which are composed of .shp file sets .shx and .dbf. The shapefile contains point, line, and polygon data. Tile (from the English tile - tile) in cartographic services - one of the square fragments into which the map is broken. Each tile is an image of jpeg format (satellite images) or png (maps, layers) and is stored in a file with a unique name, which is determined by the coordinates of this tile along the X and Y axes. Most mapping services provide tiles of 256x256 pixels. The number of tiles that make up the image depends on the scale. For example, on Google Maps, the smallest z1 image consists of only 4 tiles. On the next scale, the number of tiles is 4 times higher than the previous one, since each tile is split in half, both horizontally and vertically. It is easy to calculate, with several tiles, the z24 image is displayed. This mechanism is called quadruple coding (*Zatserkovnyi V. I. 2016*).

Conclusion. Using a tile structure allows you to download not only the entire image, but only the part that is displayed on the screen, which saves traffic and time.

References.

1. Belenkov O.V. [2011] Realizatsiya tekhnologii seteczentricheskogo upravleniya v ASU voyskami i oruzhiem na baze GIS «Karta 2011» // www.gisinfo.ru/item/91.htm.

2. Makarenko S.I. [2017] Podavlenie seteczentricheskikh sistem upravleniya radioe`lektronny`mi informatsionno-tekhnikeskimi vozdeystviyami // *Sistemy` upravleniya, svyazi i bezopasnosti*. S. 15–59.

3. Beshada A.O. Razrabotka obshhej konceptual`noj modeli GIS voennogo naznacheniya // *Izv. Vuzov»Geodeziya i ae`rofotos`emka*. 2-19. T. 63#4. DOI10.30533/D536-101-2019-63-4-476-483

4. Burenok V.M., Kravchenko A.Y., Smirnov S.S. [2009] Course to network-centric weapons system. *Voenno-kosmicheskaya oborona*. [2009] Military space defense. 5: 21–32. [In Russian].

9. Beshada A.O., Maiorov A.A. [2019] Geographic information system as the basis of automated control systems for military ae`rofotos`emka». S. 340–348. DOI: 10.30533/0536-101Kh-2019-63-3-340-348

10. *Zatserkovnyi V. I. [2016] Geoi`nformatsi`jni` sistemi v nauках pro Zemlyu / V.I. Zatserkovnyi, I.V. Ti`shayev, I.V. Vi`rshilo, V.K. Demidov. – Ni`zhin: NDU i`m. M. Gogolya, 2016. – 510 s.*

**METHODICAL APPROACH TO EVALUATE THE YOUNGER
SPECIALISTS COMPETENCE LEVEL IN THE SPECIALIZATION
OF “TOPO-GEODESIC AND NAVIGATION SUPPORT OF
TROOPS (FORCES)” IN THE TRAINING CENTER**

Heorhadze O.A.Kharabara V.I. Vynokurov D.V.
*National Defense University of Ukraine by Ivan Cherniakhovskiyi of
Kyiv, Ukraine*

Hakhovich S.V., Savchenko T.V.
Kyiv National University of Trade and Economics

One of the components of the training of the Armed Forces of Ukraine is preparation in training centers, which consists of the training, retraining and advanced training of military personnel of variable composition of training centers and individual training of military personnel of permanent staff. Unfortunately, the existing junior specialists training system in training centers (TC) has not undergone significant changes and remains at the level of 2012 – 2014. All this leads to the search for and implementation of new approaches to the organization and conduct of their preparation. This can be done based on their preparation results evaluation. As an evaluation generic indicator of the junior specialists competence level in training centers, we use a value $M_C(t)$, that characterizes their ability to fulfill their responsibilities in the relevant MOS code. The generalized indicator $M_C(t)$ is probabilistic, so we take its value from 0 to 1 and represent as:

$$0 < M_C(t) \leq 1 \quad (1)$$

To the partial indicators of evaluation of the junior specialists competence level in the specialization of “topo-geodetic and navigational support of troops (forces)” in the training center are proposed to include: the serviceman training level $L_{STL}(t)$ and his personal qualities $L_{PC}(t)$. Due to, the fact that the military personnel's training does not depend on their personal qualities, and therefore their performance is not dependent on each other, it is suggested to use additive aggregation to evaluate their level of competence (Shevchenko V.L., 2014):

$$M_C(t) = L_{STL}(t) \cdot q_{STL} + L_{PC}(t) \cdot q_{PC} \quad (2)$$

where, q_{STL} , q_{PC} - indicators coefficients weight of the serviceman training level and personal qualities. The calculation of weights is carried out

by the method of expert evaluation. A partial indicator of the junior specialist's level of specialization in the “topo-geodetic and navigation support of troops (forces)” in the TC $L_{STL}(t)$ is proposed to be calculated by functional dependence, which takes into account the level of training from the j subject of training at a discrete time point:

$$L_{STL}(t) = \sum_{j=1}^J L_{STLj}(t) \cdot q_j \quad (3)$$

where, $L_{Hj}(t)$ - an indicator that characterizes the level of training in the j subject of study; q_j - importance weighting of the j subject of study; J - the number of subjects for which it is evaluated.

The weight of indicators that characterize the importance of training subjects for junior specialists in the specialization of “topo-geodetic and navigation support of troops (forces)” is determined using the method of expert evaluation and is given below.

The weight of indicators that characterize the importance of training subjects for junior specialists in the specialization of “topo-geodetic and navigation support of troops (forces): Tactical preparation (0,08), Shooting preparation (0,1), Physical training (0,05), Psychological preparation (0,07), Intelligence training (0,04), Tactical medicine (0,06), Engineering training (0,05), Military topography (0,11), Cartography (0,21), Geodesy (0,23).

Evaluation of the junior specialist study level in the j subject of study, that is taken in the complex examination $L_{STLj}(t)$ is proposed to determine as the dependence, which takes into account the level of his theoretical knowledge and practical skills in the subject (Heorhadze O.A. and Kharabara V.I., 2019).

$$L_{STLj}(t) = \sum_{x=1}^2 B_{jx}(t) \cdot q_x \quad (4)$$

where, $B_{jx}(t)$ - an indicator, that characterizes the program achievement level by a junior specialist in the j subject of training, for a time t : "theoretical knowledge" $B_{inj}(t)$, "practical skills" $B_{psj}(t)$; q_{ci} - indicators weight coefficients $B_{jx}(t)$. The indicator that characterizes the level of the junior specialist theoretical knowledge in the j subject of training

$B_{mj}(t)$ is proposed to calculate on the test results by providing answers to theoretical questions about the subject of training. The total number of questions should provide an objective and comprehensive level evaluation of his or her theoretical knowledge of this discipline. Evaluation of the junior specialist theoretical knowledge level in the j subject of training is determined by the formula:

$$B_{mj}(t) = \frac{X_{corj}(t)}{X_{taj}} \quad (5)$$

where, $X_{corj}(t)$ - number of correct answers provided by junior specialist in the j subject of training; X_{taj} - the total number of theoretical questions that junior specialist was tested in the j subject of training. An indicator that characterizes the level of a junior specialist practical skills in the j subject of training $B_{psj}(t)$ is calculated on the basis of completed practical tasks (exercises, standards) results. Junior specialist practical skills level evaluation in the j subject of training $B_{psj}(t)$ is determined by the formula:

$$B_{psj}(t) = \frac{X_{comj}(t)}{X_{tasj}} \quad (6)$$

where, $X_{comj}(t)$ - number of completed tasks by junior specialist in the j subject of study, X_{tasj} - the total number of tasks the junior specialist was tested in the j subject. A partial indicator of the junior specialist personal qualities level in the specialization of the “topo-geodetic and navigational support of troops (forces)” in the TC $L_{PQ}(t)$ is proposed to be calculated by functional dependence, which takes into account his “individual-psychological qualities”, “emotional-volitional qualities” and “motivation”. As these indicators are not dependent on each other, it is proposed to use additive aggregation to calculate the junior specialist personal qualities:

$$L_{PQ}(t) = \sum_{y=1}^3 C_y(t) \cdot q_y \quad (7)$$

where, $C_y(t)$ - indicators that characterize the junior specialist personal qualities level at a discrete moment of time: "individual-psychological qualities" $C_{IPQ}(t)$, "emotional-volitional qualities" $C_{IVQ}(t)$, "motivation" $C_M(t)$, q_y - indicators weight coefficients $C_y(t)$. The individual-psychological qualities level of the junior specialist $C_{IPQ}(t)$ is determined by the dependence of:

$$C_{IPQ}(t) = \sum_{h=1}^2 Y_h(t) \cdot q_h \quad (8)$$

where, $Y_h(t)$ - indicators that characterize the achievement level of the junior specialist individual-psychological qualities at a discrete point of time: "nervous mental stability" $Y_{NMS}(t)$ and "personality orientation" $Y_{PO}(t)$; q_h - indicators weight coefficients $Y_h(t)$. It is proposed to determine these qualities using standardized test methods "Forecast" and "Personality orientation". The indicators that characterize the emotional and volitional qualities of the junior specialist are suggested to be: initiative, determination and endurance. The junior specialist emotional and volitional qualities level $C_{EVQ}(t)$ is determined by the dependence of:

$$C_{EVQ}(t) = \sum_{w=1}^3 Z_w(t) \cdot q_w \quad (9)$$

where, $Z_w(t)$ - indicators that characterize the achievement level of junior specialist emotional and volitional qualities a discrete moment of time: "initiative" $Z_i(t)$, "determination" $Z_d(t)$, "endurance" $Z_e(t)$. q_w - indicators weight coefficients $Z_w(t)$. The indicators that characterize the junior specialist motivation are proposed to include (Hrom V.A., Heorhadze O.A. and Yakimenko I.V., 2016): military-professional, social-household, moral-psychological, financial. The junior specialist motivation level $C_M(t)$ is determined by dependency:

$$C_M(t) = \sum_{s=1}^4 D_s(t) \cdot q_s \quad (10)$$

where, $D_v(t)$ - indicators that characterize the junior specialist motivation level at a discrete point of time: "military-professional" $D_{MPi}(t)$, "social-household" $D_{SH}(t)$, "moral-psychological" $D_{MPs}(t)$, "financial" $D_F(t)$;

q_v - indicators weight coefficients $D_v(t)$. To evaluate the values of these indicators the appropriate rating scales have been developed. The values of all indicators we convert to a dimensionless value.

Conclusions. This methodical approach makes it possible to quantify the junior specialist competence level, as well as to identify "weaknesses" in the organization and conduct of the educational process. The results of the study can be used at the evaluation of the junior specialists competence level in training centers. Prospects for further scientific research in this area may be the substantiation of the recommendations for the organization of the junior specialists educational process of specialization in "topogeodetic and navigational support of troops (forces)" in the TC.

References

1 Heorhadze O.A. and Kharabara V.I. [2019] Partial method of assessment of tank brigade preparedness level during combat readiness recovery. Journal of Scientific Papers "Social development and security" **9** (4), 131-142.

2 Hrom V.A., Heorhadze O.A. and Yakimenko I.V. [2016] Methodical going is near evaluation of level of motivation of servicemen of the armed forces of Ukraine. Research papers collection of the Center of military and strategic studies of the National Defense University of Ukraine by Ivan Cherniakhovskiy, **57** (2), 67-70.

3 Shevchenko V.L. [2014] Qualitative similarity of the convolution in mathematical models of processes of development of complex systems. Zbirnyk naukovykh prats "Telekomunikatsiini ta informatsiini tekhnolohii", **3**, 32-38.

АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ АРХІТЕКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ЛОГІСТИКИ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

М.А. Закалад, М.Ю. Голобородько

Інститут проблем математичних машин і систем НАН України

Поліщук В. Б.

Український науковий центр розвитку інформаційних технологій

Основною складовою Збройних Сил України є система логістичного забезпечення (ЛЗ) ефективність функціонування якої безпосередньо визначає рівень боєздатності та спроможностей самих Збройних Сил України у цілому та військових формувань зокрема.

До останнього десятиріччя система логістичного забезпечення ЗС України та її складова – система управління була побудована на морально застарілих принципах організації діяльності. Переважно організаційно-функціональний “вертикальний” характер побудови системи забезпечення ЗС України на відміну від систем забезпечення збройних сил країн-членів НАТО з горизонтальним “процесним” характером їх побудови створював умови для неузгодженого “вузькопрофільного” виконання функцій органами військового управління у питаннях логістичного забезпечення, збільшення часу реагування на зміни поточної ситуації та відриву результатів заходів забезпечення від потреб військ (сил).

Як показує практичний досвід ЗС рівень інформатизації у сфері управління логістичним забезпеченням не відповідає сучасним умовам щодо здійснення автоматизованої підтримки процесів управління. Аналіз роботи органів військового управління свідчить про використання ними десятків окремих програмних інструментів але відсутнє комплексне програмне рішення, яке б повноцінно охопило всі процеси військової логістики. Головною причиною цього стану є відсутність системного підходу до створення інтегрованої інформаційної системи управління логістичним забезпеченням. У першу чергу це стосується необхідності розроблення архітектури інформаційної системи логістики (ЛІС) та стратегії її розвитку.

Внаслідок відсутності такого системного бачення, на практиці пріоритети в проектах інформатизації часто надаються виходячи з одномоментних інтересів замовників щодо “швидкого” або “дешевого” впровадження якоїсь частки інформаційної системи логістики.

В кінцевому результаті безповоротно втрачається час та витрачаються необхідні кошти та інші ресурси на створення інформаційного продукту “окремого напрямку”, відбувається “клаптикова” автоматизація процесів, функцій і об’єктів, які несуттєво впливають на розвиток спроможностей військ (сил), яких не вистачає для ефективного виконання завдань ЛЗ. Розробники застосовують неузгоджені між собою алгоритми процесів управління логістикою, у ПЗ не передбачають інтерфейси для сумісного використання програмних застосувань. Все це призводить до появи значної кількості непов’язаних між собою різних локальних програмних застосувань (локальних систем, продуктів), які використовують різні програмні платформи та тільки фрагментарно підтримують логістичні процеси.

При проектуванні таких складних інформаційних систем управління як ЛІС команда проекту зіштовхується з проблемою багатоваріантності проектних рішень, зокрема стосовно: визначення пріоритетності варіантів автоматизації різних груп ділових процесів і функціональних сфер; способів охоплення ієрархії органів військового управління, які до того оперують різними ресурсами із різним географічним розташуванням; вибору конкретних програмних платформ та способів реалізації програмного забезпечення (ПЗ) – вирішення проблеми або розроблення унікального ПЗ або впровадження стандартного промислового ПЗ; вибору конкретних стандартних (індустріальних) функціональних програмних застосувань.

Розробка архітектури інформаційної системи логістики ЗС України, як її комплексної моделі, є способом досягнення необхідного концептуального для розроблення ІС результату: по-перше, архітектура ЛІС надає всім учасникам процесу єдине цілісне бачення перспективної ІС, а по-друге, таке системне рішення впорядкує проект інформатизації щодо створення і впровадження ЛІС, убезпечить ЗС України від непотрібних швидких “сьогоднішніх” заходів та позбавить їх від витрачання зайвих ресурсів.

Інтуїтивні підходи до проектування архітектури автоматизованих систем такого масштабу не забезпечують створення дійсно ефективних інтегрованих інформаційних систем. Для цього необхідне врахування значної кількості технологічних характеристик програмних застосувань, зокрема інтероперабельності, яка визначає можливість спільної роботи ПЗ, характеристик, які впливають на загальну вартість володіння системою, та ризиків реалізації проектів.

Важливим питанням у ході моделювання, проектування архітектури ЛІС, та визначення стратегії її реалізації є вибір критерію ефективності. У якості корисного ефекту діяльності збройних сил використовують

цілу низку критеріїв – бойова могутність, бойовий потенціал, боєздатність, боєготовність та ін. Наразі в оборонному відомстві впроваджується концепція оборонного планування та управління на основі спроможностей (capabilities). В документі “Рекомендації з оборонного планування на основі спроможностей в Міністерстві оборони України та Збройних Силах України”, затвердженому Міністром оборони України 12.06.2017 року, спроможність визначена як здатність структурної одиниці (елементу) Збройних Сил (сил оборони) або сукупності сил і засобів виконувати певні завдання (забезпечувати реалізацію визначених військових цілей) за певних умов обстановки, ресурсного забезпечення та відповідно до встановлених стандартів.

Тому під час моделювання перспективної ЛІС, її архітектури, у якості критерію вибору архітектурних рішень доцільно обраховувати (оцінювати) їх здатність стосовно формування складових спроможностей ЗС України та забезпечувати їх розвиток в інформаційній системі логістичного забезпечення ЗС України. Таким чином буде досягнуто загальний корисний ефект від інформатизації процесів логістики – розвиток спроможностей військ (сил) та інших складових Збройних Сил України.

Формування архітектури інформаційної системи логістичного забезпечення пропонується виконувати шляхом визначення наборів її складових, зокрема: функціональності та організаційної структури органів військового управління, військових формувань та організацій; ресурсного забезпечення у військовому та іншому майні; логістичних процесів (планування та виконання заходів логістичного забезпечення, підтримка ланцюгів постачання ресурсів, технічне обслуговування та ремонт ОБТ, управління закупівлями) відповідно до критерію розвитку спроможностей Збройних Сил України.

Підхід до комплексного охоплення в моделі ЛІС (її архітектурі) всіх необхідних складових, що формують спроможності ЗС, логістики ЗС та ЛІС зокрема, необхідно заснувати на відповідному підході ЗС країн НАТО – DOTMLPF. Даний підхід до формування спроможностей ЗС реалізується формальним процесом розробок у просторі рішень, що включає будь-яке поєднання таких теоретичних базових елементів, як доктринальний базис (Doctrine), організація (Organization), навчання (Training), ресурсне (матеріальне) забезпечення (Materiel), якість управління (лідерство) та освіта (Leadership and Education), персонал (Personnel) та військова інфраструктура (Facilities), що в цілому позначається акронімом DOTMLPF.

NATO також використовує розширений акронім – DOTMLPF-I, де "I" означає інтероперабельність, тобто здатність ЗС бути сумісними по всьому Альянсу. Останні релізи розширюють цю базу до DOTMLPFI-P,

де останнє Р означає "Policy", тобто політику як свідому систему принципів, якими керуються органи управління при прийнятті рішення для досягнення раціональних результатів.

Високий рівень складності процесів проектування ЛІС, формування її комплексної моделі та опису її архітектури обумовлюють наявність значної кількості складових критерію ефективності інформатизації на основі розвитку спроможностей військ (сил), характеристик стандартних програмних застосувань, з яких комплектується система, необхідність врахування різних обмежень (у першу чергу ресурсних, часових) та змін у середовищі функціонування системи і, як наслідок, змін у пріоритетах розвитку ЛІС. Для вирішення таких системотехнічних завдань застосовують багатокритеріальні моделі прийняття рішень, зазвичай пропонується використовувати методи нечіткого багатокритеріального програмування, цільового програмування, а також інші методи.

Формування адекватної вимогам, викликам та загрозам сьогодення архітектури ЛІС Збройних Сил України буде одним із значних кроків на виконання поставленого керівництвом держави (у Стратегічному оборонному бюлетені) завдання щодо створення інтегрованої автоматизованої системи управління логістичним забезпеченням ЗС України. Розробку архітектури ЛІС необхідно здійснювати із врахуванням необхідності створення ЛІС на базі промислової інтеграційної платформи для військових відомств, яка б забезпечувала можливість використання попередніх і поточних напрацювань, функціональність якої охоплювала б весь комплекс та цикл процесів логістичного забезпечення Збройних Сил України.

Література:

1. Методологічні аспекти інформатизації військової логістики: монографія / [В.Б. Поліщук, І.Є. Нетесін, М.А. Закалад, М.Ю. Голобородько та ін.]: за ред. В. Б. Поліщука. — Київ: УкрНЦ РІТ, 2019. — 108 с./іл.

2. Указ Президента України Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 20 травня 2016 року "Про Стратегічний оборонний бюлетень України", документ 240/2016 від 06.06.2016.

3. Архитектура и стратегия. «Инь» и «Янь» информационных технологий предприятия / А. Данилин, А. Слюсаренко. – М. Интернет – Ун-т Информ. Технологий, 2005. – 504 с.

ПІДХОДИ ДО РОЗРОБКИ ІТ-АРХІТЕКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ІТ-СТРАТЕГІЇ МІНІСТЕРСТВА ОБОРОНИ УКРАЇНИ

М.А. Закалад, А.С. Мулявка

Інститут проблем математичних машин і систем НАН України

Поліщук В. Б.

Український науковий центр розвитку інформаційних технологій

Для забезпечення ефективного управління великими організаційними системами на основі сучасних інформаційних технологій створюються складні інформаційні системи. Організаційна система – це сукупність людських, матеріальних, технічних і фінансових ресурсів, між якими існують економічні, управлінські, інформаційні, соціальні взаємозв'язки, які пов'язують наведені вище ресурси в єдину цілісну структуру. Типовою організаційною системою є корпоративна система управління компанією. Для таких систем напрацьовані методології, методики та інструменти їх автоматизації. Виходячи з наведених визначень, до організаційних систем також можна віднести й Міністерство оборони та Збройні Сили України.

Стратегія розвитку Збройних Сил України та діяльності Міністерства оборони України викладені у Воєнній доктрині України, у якій, зокрема, сформульовані загрози воєнній безпеці України та можливі сценарії їх реалізації, у Стратегічному оборонному бюлетені України викладені стратегічні цілі, оперативні цілі та результативні (індикативні) показники їх досягнення, а також завдання та результативні (індикативні) показники їх виконання.

Інформаційні технології – інструмент управління. Для того, щоб він був ефективним, ІТ-стратегію необхідно синхронізувати з бізнес-стратегією (стратегією розвитку організації). Тому для створення умов щодо здійснення ефективного управління оборонним відомством повинно бути виконано синхронізацію загальної стратегії Міноборони та ЗС України із відповідної ІТ-стратегією Міноборони з метою орієнтації ІТ-проектів МО та ЗС України на розвиток спроможностей Збройних сил, військ (сил).

У випадку чітко сформульованої, зафіксованої у директивних документах і реально діючої стратегії, методика синхронізації для Міноборони повинна передбачати наступні кроки [1,3]:

1. Виділяються ключові аспекти, які закладені в основу бізнес-стратегії. Ці аспекти при розробці ІТ-стратегії будуть слугувати як обмежувачими факторами, так і такими, що визначають цілі в сфері ІТ. До стандартного набору аспектів включають географію бізнесу; механізм прийняття рішень, прогнозовані результати; наявні інформаційні системи, інфраструктурні рішення, які використовуються на поточний момент; система менеджменту якості; система фінансування та бюджетування.

2. Визначаються області ІТ-стратегії, які мають відображати ключові аспекти бізнес-стратегії. Найчастіше розглядають п'ять ключових областей ІТ-архітектури: перелік функцій, які виконуються ІТ-системами; перелік програмних застосовань; питання інтеграції; інфраструктура ІТ; забезпечення ресурсами.

3. Кожна з виділених областей ІТ-стратегії має бути узгоджена з ключовими аспектами бізнес-стратегії. Як механізм узгодження використовується т.зв. "матриця кореляції". По горизонталі матриці визначаються елементи ІТ-стратегії, по вертикалі – ключові аспекти бізнес-стратегії. У клітинах матриці відображається вплив того чи іншого аспекту бізнес-стратегії на ІТ.

4. Після визначення основних орієнтирів розвитку ІТ можна переходити безпосередньо до формування конкретних цілей та визначення основних проєктів.

Підходи, які використовуються для автоматизації управління крупними корпораціями, можуть бути використані і при створенні інформаційної інфраструктури Міністерства оборони України.

Розроблення ІТ-архітектури і ІТ-стратегії Міноборони повинно проводитись на основі відповідного сформованого методичного апарату розроблення ІТ-архітектури і ІТ-стратегії (зокрема, доопрацювання моделі архітектури ІТ, розроблення методики визначення пріоритетності об'єктів автоматизації, удосконалення глосарію термінів, що застосовуються у сфері ІТ МО, сучасні стандарти управління життєвим циклом інформаційних систем, необхідні класифікатори, адаптація до специфіки відомства методики вибору стандартних програмних застосовань та ін).

ІТ-стратегія оборонного відомства може бути сформульована у документі, за основу змісту якого може бути взятий наступний [3]:

А) Цілі, обмеження і підхід. Коротко формулюється призначення документа, визначається його позиціонування для роботи ІТ-підрозділу (структури керування ІТ) і підрозділів з основної діяльності організації, наводяться посилання на інші документи.

Б) Зв'язок зі стратегією організації. Описуються зовнішні і внутрішні умови, які визначають напрямки розвитку організації, цілі її діяльності та основні ініціативи. На основі стратегії розвитку організації формулюються основні задачі інформаційних систем (що потрібно) і ІТ-підрозділу (як робити). Визначається позиціонування ІТ в організації та роль перспективних інформаційних технологій для розвитку існуючих процесів чи створення нових напрямків діяльності.

В) Існуючий стан справ у сфері ІТ. Наводиться стислий неформальний опис «верхніх рівнів» архітектури організації. Коротко формулюється оцінка відповідності наявного стану архітектури вимогам діяльності організації, основні проблеми ІТ. Може бути наведене резюме порівняння з кращими практиками.

Г) Цільовий стан інформаційних систем (архітектура to be): архітектура програмних застосунків (аналіз існуючих застосунків, визначення програмного забезпечення, яке потрібно розробити (впровадити)); архітектура інформації, інтеграції, безпеки; технологічна інфраструктура; технологічна архітектура та структура керування ІТ.

Д) План переходу: укрупнений план переходу до цільової архітектури інформаційних систем. Інтегральні характеристики ІТ-бюджету і списку проектів. Принципи вибору/пріоритетності проектів і інструменти для їх оцінювання;

варіанти і ризики. Можливі варіанти стратегії залежно від обсягів фінансування і варіантів розвитку організації, аналіз ризиків. Оцінювання готовності організації до реалізації даної стратегії;

вибір проектів. Класифікація і список найважливіших проектів на найближчі 1-3 роки, згруповані за категоріями. Мета — дати короткий неформальний опис у рамках одного зведеного документа (цілі, задачі, терміни), а також акцентувати питання взаємозалежності проектів.

На рис. 1 [3] наведена матриця комплексу документів, моделей та формалізованих описів, які системно на різних рівнях абстракції необхідно використати для визначення архітектури та стратегії ІТ розвитку Міністерства оборони та Збройних Сил України.

Процедури – це інструкції, що описують, як виконуються політики й стандарти. Процедури встановлюють і описують процеси, які виконуються на регулярній основі. Керівництва або рекомендації – це описи кращих практик або прийнятні підходи до практичної реалізації політик і процедур. Керівництва можуть стати стандартами.

Наведений список дає представлення про «ідеальну» картину, пов'язану з описом стратегії й архітектури інформаційних технологій на

рівні досить великої організації. На практиці така повна сукупність документів і описів створюється протягом певного періоду часу практичної роботи.


Трагетичний та оперативний рівні						Місія та бачення
						Керівні принципи
						Цілі, задачі та стратегії
						Архітектура ІТ
Тактичний рівень						Політики (правила)
						ІТ-стандарты
						Процедури
						Керівні матеріали
	Бізнес	Інформація	Застосування	Технології	Управління і контроль	

Рис. 1. Матриця для опису стратегії та архітектури ІТ відомства

Для опису архітектури ІТ застосовують різні відомі методики та моделі, стратегія розвитку ІТ формується у документах різного рівня абстракції.

Якщо архітектура характеризує певний стан і рівень інформаційних технологій, тоді ІТ-стратегія задає напрямок для зміни цих станів і правила таких переходів. Інакше кажучи, якщо за відсутності стратегії до мети (архітектура To be) може вести безліч шляхів, то певна стратегія дозволяє вибрати лише найоптимальніші (критерій – сприяння досягненню цілей організації, обмеження: час, кошти, ін.).

Література:

1. Методологічні аспекти інформатизації військової логістики: монографія/[В.Б. Поліщук, І.Є. Нетесін, М.А. Закалад, М.Ю. Голобородько та ін.]: — Київ: УкрНЦ РІТ, 2019. — 108 с./іл.
2. Поліщук В.Б. Програмне забезпечення автоматизованих систем управління оборонними ресурсами: стандартне чи унікальне? // Збірник матеріалів НПС «ERP-технології у військовій сфері» / УкрНЦ РІТ. – Київ, 2011. – С.5-8..

3. Архитектура и стратегия. «Инь» и «Янь» информационных технологий предприятия / А. Данилин, А. Слюсаренко. – М. Интернет – Ун-Т Информ. Технологий, 2005. – 504 с.

УДК 004.9

ПІДХІД ДО ПОРЯДКУ ПРОЕКТУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Поліщук В. Б., І.Є. Нетесін

Український науковий центр розвитку інформаційних технологій

В.Ф. Гречанинов, В.М. Закалад,

Інститут проблем математичних машин і систем НАН України

У Стратегічному оборонному бюлетені України поставлене завдання створити автоматизовану систему логістичного забезпечення військових формувань держави. У перспективі така інтегрована система повинна охопити весь життєвий цикл оборонних ресурсів – визначення потреб, проектування, розробку, закупівлю, постачання, зберігання, транспортування, розподіл, технічне обслуговування, евакуацію та утилізацію матеріальних засобів, озброєння й військової техніки, боєприпасів і військового майна; перевезення особового складу; придбання, будівництво, експлуатацію, ремонт та утилізацію військових об'єктів; надання послуг; медичне забезпечення.

На методичному рівні при проектуванні складних інформаційних систем управління до яких відноситься логістична інформаційна система Збройних Сил України (ЛІС) виникає проблема багатоваріантності проектних рішень при: визначенні етапності охоплення об'єктів управління проектами автоматизації; виборі способу реалізації ПЗ – розроблення унікального чи впровадження стандартного ПЗ; виборі стандартних (індустріальних) функціональних програмних застосувань.

У зв'язку з обмеженістю часових, фінансових, людських та матеріальних ресурсів, які виділяються на створення ЛІС ЗС України, одним із основних проектних завдань є визначення пріоритетності та етапності автоматизації у наступних ракурсах (складових) об'єкту управління: організаційна структура; службові процеси; ресурси.

Для формування етапності автоматизації об'єкту управління попередньо необхідно визначити пріоритетність автоматизації різних комбінацій складових сфери управління відповідно до критерію впливу автоматизації цих сфер на розвиток спроможності військових формувань –

головну мету створення інтегрованої системи логістичного забезпечення ЗС України.

Для вирішення задачі формування пріоритетності етапів автоматизації пропонується створити модель, яка дозволяє виконати ранжування (вибір) варіантів реалізації функціонального і топологічного аспектів архітектури автоматизованої системи логістики ЗС України на основі оцінок певних факторів, які впливають на підвищення боєздатності військ (формувань), з урахуванням економічних аспектів створення та експлуатації автоматизованих систем і проектних ризиків. Тобто варіанти оцінюються не як результат їх безпосереднього порівняння як цілісних об'єктів, а шляхом деталізації та оцінки їх властивостей (характеристик) і прийняття рішення за узагальненими результатами порівняння цих властивостей. Вплив або значення (вага) цих факторів визначається в термінах лінгвістичних змінних із застосуванням експертних процедур, що надає можливість на практиці досить легко обчислювати їх у кількісній формі.

На рис. 1. наведено загальний алгоритм ранжування варіантів організаційної і функціональної складових архітектури автоматизованої системи ЛЗ (ЛПС) та склад бази даних для кожного варіанту сфери автоматизації.

На першому етапі задіяні експерти з досвідом діяльності на стратегічному рівні управління ЗС, які виконують ранжування фрагментів оргструктури ЗС.

Ранжування проводиться по критерію впливу автоматизації їх логістичного забезпечення на рівень спроможності ЗС в цілому до виконання завдань згідно з очікуваним характером військових дій (визначення пріоритетності автоматизації за аспектом “Організаційна структура”).

На наступних етапах експерти з ЛЗ визначають пріоритетність ресурсів (комплектів предметів постачання) та бізнес-процесів шляхом їх ранжування за критерієм впливу на розвиток спроможностей, визначених на етапі 1 фрагментів оргструктури ЗС.

Результати експертної процедури ранжування дозволяють формувати етапи автоматизації системи логістики ЗС виходячи з пріоритетності сфер автоматизації, визначених за критерієм впливу на розвиток спроможностей ЗС. Сфери автоматизації – елементи оргструктури користувачів ресурсів та системи ЛЗ з визначеними робочими місцями, службові процеси ЛЗ та склад ресурсів у свою чергу є складовими ІТ-архітектури автоматизованої системи логістики ЗС.

Підхід до визначення способу реалізації ПЗ – розроблення унікального чи впровадження стандартного, описаний в [2].

Для підтримки рішень щодо комплектування системи стандартними індустріальними програмними застосуваннями розроблена методика, яка узагальнює для зазначеної предметної області метод аналізу ієрархій з попарним порівнянням та визначенням рівня



Рис. 1. Загальний алгоритм ранжування архітектури ЛІС ЗС

переваг між собою можливих альтернатив (стандартних програмних застосувань) на основі обробки експертних оцінок з використанням лінгвістичних змінних на нечітких множинах критеріїв, вагових коефіцієнтів значущості факторів та компетенції експертів, а також алгоритмів адитивної та мультиплікативної згорток, опис якої наведений у [3].

У роботах повинні бути задіяні експерти з компетентністю у сфері стратегічного планування можливого застосування ЗС України за різними сценаріями реалізації загроз воєнній безпеці України, сформульованих у Воєнній доктрині України та інших воєнно-політичних документах стратегічного рівня.

Наведений підхід конкретизується у вигляді багатокритеріальної моделі прийняття рішень при проектуванні автоматизованої системи логістики ЗС, яка представляє собою мета-алгоритм використання експертами наступних формалізованих методик: ранжування варіантів архітектури автоматизації; визначення способу реалізації архітектури та вибору (ранжування) індустріальних програмних застосувань – альтернатив для автоматизації відповідних організаційних структур та груп службових процесів, якими вони оперують.

У подальшому за цим же мета-алгоритмом розглядаються зміни до архітектури програмного забезпечення, які ініціюються у зв'язку зі змінами в організаційній структурі і службових процесах МО та ЗС, появою нових індустріальних програмних застосувань, технологічними покращеннями програмного забезпечення, яке використовується, та ін.

Література:

1. Мащенко С.О. Обзор развития многокритериальных моделей принятия решений / Вісник Київського національного університету ім. Т. Шевченка. Серія: фізико-математичні моделі. – 2013. – №2. – С. 190-197.

2. Поліщук В.Б. Програмне забезпечення автоматизованих систем управління оборонними ресурсами: стандартне чи унікальне? // Збірник матеріалів науково-практичного семінару «ERP-технології у військовій сфері» (29 грудня 2011р.) / УкрНЦ РІТ. – Київ, 2011. – С.5-8.

3. Карпович А.А., Нетесін І.Є., Поліщук В.Б. Как выбрать ERP по методу Саати // ИТМ. Информационные технологии для менеджмента. – 2014. – Часть 1. – №6-8.– С. 16-21. – Часть 2. – №9-10. – С. 10-14.

МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ЖИВУЧОСТІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВОГНЕМ ЗЕНІТНОГО ПІДРОЗДІЛУ (ЧАСТИНИ) З ВИКОРИСТАННЯМ МОДЕЛЮВАННЯ

Олійник Р.М., Цілина С.В., Єрмоленко О.В.

Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

В доповіді запропоновано шляхи рішення завдання оцінювання живучості системи управління вогнем за рахунок використання певних методик. Як варіант, для розробки обґрунтованих пропозицій та порівняння прийнятих рішень щодо підвищення живучості системи управління вогнем запропоновано створення моделі, що характеризуватиме живучість системи на протязі певного відрізу часу.

Ключові слова: живучість, методика оцінювання, система управління вогнем, система протиповітряної оборони.

Управління вогнем має на меті повне використання можливостей створеної системи вогню зенітного підрозділу (частини), кінцевим завданням якої є знищення повітряних цілей. Однією з основних умов успішного виконання поставлених завдань в ході ведення бойових дій є забезпечення живучості системи управління вогнем.

Оцінювання живучості системи управління вогнем є актуальним науково-практичним завданням при плануванні та розгортанні системи протиповітряної оборони в різних ланках управління. Зі складністю вирішення цього завдання зіштовхуються посадові особи штабів (органів військового управління) як під час планування бойових дій (операції), так і в ході функціонування розгорнутої системи управління вогнем при впливі зовнішніх факторів.

З метою розробки обґрунтованих пропозицій та порівняння прийнятих рішень щодо підвищення живучості системи управління вогнем необхідна модель, яка б характеризувала живучість системи на протязі певного відрізу часу. Ця модель є основою для розробки методики оцінювання живучості.

Для визначення величин тривалості циклу “розвідка-ураження” засобу вогневого ураження противника та імовірність ураження елементів системи управління за деякий проміжок часу розглянуто основні можливі моделі удару противника по елементам пункту управління.

Запропонована модель оцінки живучості системи управління вогнем враховує чинники які впливають на рівень її живучості, визначає залежність рівня живучості від часу та враховує особливості обчислення

імовірностей ураження елементів системи управління вогнем для запропонованих моделей ударів.

З аналізу чинників, що впливають на живучість системи управління вогнем слідує, що, зважаючи на розгортання елементів системи управління у районах, які досяжні для вогню артилерії і ударів ракетами, при нанесенні вогневого ураження противником пріоритет буде надаватися саме цим засобам ураження.

При розробці пропозицій щодо підвищення живучості системи управління вогнем зенітного підрозділу (частини) слід зосереджувати увагу на впровадженні організаційно-технічних заходів спрямованих на:

збільшення часу і зменшення імовірності виявлення противником елементів системи управління вогнем;

збільшення часу безпосереднього пошуку цілей для нанесення удару авіацією противника в районах розгортання пунктів управління;

зменшення імовірності ураження елементів системи управління в результаті нанесення ударів противником.

Наведена методика дозволяє аналітичним способом провести оцінювання живучості системи управління вогнем не вдаючись до складних розрахунків.

УДК 621.396.96

МОДЕЛЮВАННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РОЗСПОВАННЯ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ БОЄПРИПАСІВ

Москалець С.В., Живець Ю.М., Шумигай О.В.

Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

У доповіді демонструються результати математичного моделювання характеристик вторинного випромінювання різних типів, отриманих за допомогою чисельних електродинамічних методів. Обговорюються чисельні дані щодо ефективної поверхні розсіювання снарядів у різних частотних діапазонах, на двох ортогональних поляризаціях, для різних ракурсів боєприпасів у азимутальній і кутомісній площині.

Ключові слова: властивості радіолокаційного випромінювання, боєприпаси артилерії та РСЗВ, моделювання характеристик вторинного випромінювання.

Найбільш ефективними засобами виявлення позицій артилерії та ракетних систем залпового вогню (РСЗВ) є радіолокаційні станції контрбатарейної боротьби РЛС КББ. У даний час у арміях провідних країн світу достатньо ефективно застосовуються різні за характеристиками радіолокатори. Разом з цим відомі РЛС КББ мають ряд обмежень та недоліків і у даний час фахівці різних країн досліджують можливості підвищення ефективності застосування радіолокаторів зазначеного типу. У першу чергу це стосується підвищення точності оцінювання координат вогневих позицій, якості розпізнавання типу боєприпасів, мобільності РЛС КББ тощо. На даному етапі досліджень корисною є інформація про властивості радіолокаційного вторинного випромінювання боєприпасів артилерії та РСЗВ.

У доповіді демонструються результати математичного моделювання характеристик вторинного випромінювання різних типів, отриманих за допомогою чисельних електродинамічних методів. Обговорюються чисельні дані щодо ефективної поверхні розсіювання снарядів у різних частотних діапазонах, на двох ортогональних поляризаціях, для різних ракурсів боєприпасів у азимутальній і кутомісній площині. Демонструються і обговорюються радіолокаційні дальнісні портрети снарядів у сантиметровому і дециметровому діапазонах. На підставі узагальнення отриманих даних пропонуються рекомендації щодо використання особливостей вторинного випромінювання для підвищення ефективності застосування РЛС КББ та напрямки розвитку радіолокаторів даного типу.

УДК 623.4.018

ДОСЛІДЖЕННЯ НЕРІВНОМІРНОСТІ ПОТОКУ ВИМОГ НА ВИПРОБУВАННЯ ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

С.П. Корнієнко¹, І.В. Корнієнко¹,
В.А. Дмитрієв², А.Г. Павленко², Д.О. Камак²

¹*Чернігівський національний технологічний університет, Україна*

²*Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Україна*

Основна задача випробувальної установи полягає у періодичному проведенні випробувань зразків, що надходять на випробування. Особливістю випробувань продукції військового призначення є жорсткі вимоги до достовірності випробувань (точності та надійності оцінок, які одержані в результаті випробувань) та часових обмежень на проведення

випробувань, особливо у періоди військової агресії, які характеризуються пожвавленням інтенсивності новітніх військових розробок та надзвичайній потребі в них. Такі вимоги накладають часові обмеження на випробувальну діяльність, що в свою чергу вимагає чіткого, безпомилкового та раціонального планування перебігу як конкретних випробувань, так і випробувальної діяльності загалом.

У [1] авторами запропоновано застосування теорії систем масового обслуговування (СМО) до вирішенні проблеми оптимального планування та управління випробувальною діяльністю. Для загального представлення випробувальну установу можна представити багатоканальною СМО з багатоканальною чергою та відмовами (рис. 1).

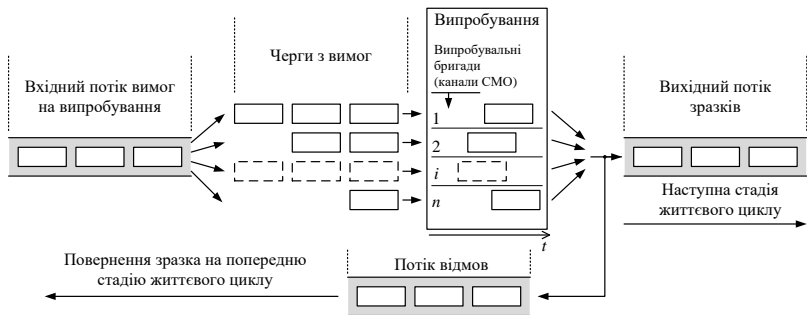


Рис. 1. СМО випробувань

Диференціювання вимог на випробування у чергах на схемі рисунку 1, як і множина каналів СМО відображає розділення сукупності зразків озброєння та військової техніки (ОВТ) на окремі види і класи, причому кожен окрему групу ОВТ можуть випробовувати лише обмежена кількість фахівців (що показано окремими каналами). Для забезпечення оптимальної завантаженості випробувальної установи повинен відбуватися паритет між інтенсивністю надходження вимог на випробування λ і інтенсивністю випробувань μ , тобто $\lambda \approx \mu$, але при цьому $\lambda < \mu$. Таке співвідношення забезпечить належну пропускну здатність у випадку появи можливих незапланованих подій при випробуваннях. Але, можуть траплятись випадки, які негативно впливають на процес проведення випробувань, як то нерівномірність інтенсивності потоку вимог на випробування, які при введених обмеженнях на час випробування обмежують час перебування вимоги у черзі, або випадки одночасного надходження вимог на випробування однієї групи ОВТ, при цьому одні канали в СМО перевантажуються, а інші простоюють. Така ситуація зображена на рисунку 2.

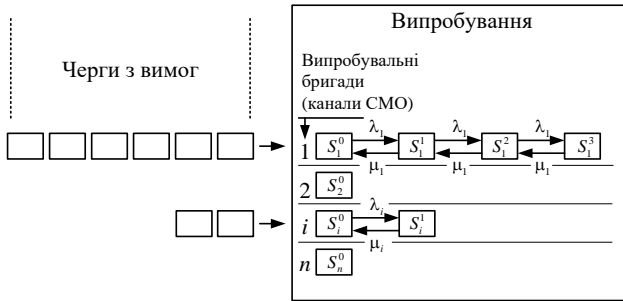


Рис. 2. Представлення стану каналів обслуговування графом станів

Тут канали випробування представлені Марківським процесом «гібелі-розмноження». Стан S^0 характеризує незайнятий канал, λ_1 і μ_1 відповідно інтенсивності надходження і випробування ОВТ 1-ої групи, верхній індекс стану системи S^1 характеризує стан каналу, а саме кількість зразків ОВТ, які випробовуються на даний момент. Очевидно, що граничний стан каналу не може перевищувати кількість фахівців, що займаються випробуванням цієї групи ОВТ. З іншого боку, випробувальна установа не може мати надмірний штат фахівців однієї спеціалізації. Тому, актуальною є задача дослідження параметрів нерівномірності вхідного потоку вимог на випробування ОВТ.

Основою для аналізу стала сукупність статистичних даних, представлених звітами з випробувань ОВТ за три роки. За обсягом статистичних даних генеральна сукупність володіє властивістю «спроможності», тому статистичні параметри справедливо були замінені ймовірнісними. Авторами встановлені основні параметри вхідного потоку, досліджувани за всією генеральною сукупністю даних: математичне сподівання загальної кількості надходження вимог на тиждень $M[X]=1,79$; дисперсія та середнє квадратичне відхилення вхідного потоку відповідно $D[X]=1,93$ та $\sigma[X]=1,39$; інтенсивність загального вхідного потоку $\lambda \approx 1,87$, коефіцієнт варіації інтервалів між заявками становить $v=1,08$. Невеликий коефіцієнт варіації загального потоку вимог характеризує певну статистичну рівномірність. Для дослідження динаміки інтенсивності вхідного потоку вимог на випробування у часі були обчислені середньомісячні значення інтенсивності, результат яких наведено на рисунку 3.

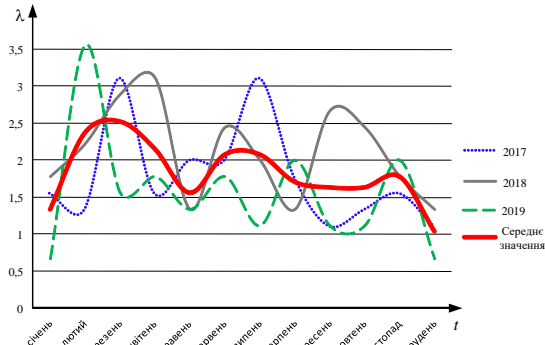


Рис. 3. Згладжені графіки річної динаміки інтенсивності загального вхідного потоку вимог на випробування

Для зручності візуального сприйняття графіки інтенсивностей були згладжені. З графіків видно, що існує щорічна періодична тенденція «сплесків» і «спадів» інтенсивностей вхідного потоку вимог, що дає уявлення щодо планування загальної діяльності випробувальної установи.

Оцінку нерівномірностей інтенсивності надходження вимог на випробування за окремими групами ОВТ виконаємо на прикладі однієї з груп, інтенсивність надходження заявок для якої була максимальною і становила $\lambda = 0,229$. Решта основних статистичних параметрів визначено як: $M = 0,127$; $D = 0,153$; $\sigma = 0,391$. Середньомісячні значення інтенсивностей вхідного потоку вимог на випробування для цієї групи ОВТ наведені на рисунку 4.

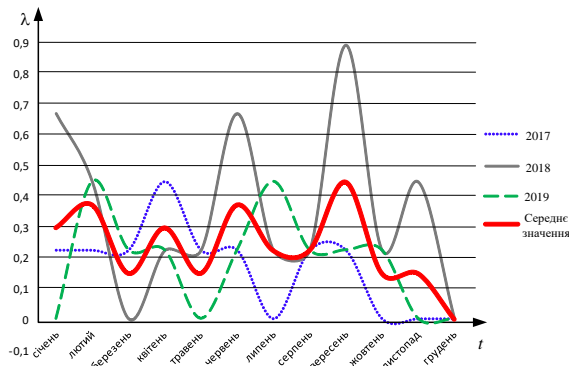


Рис. 4. Згладжені графіки річної динаміки інтенсивності вхідного потоку вимог на випробування окремої групи ОВТ.

З рисунку видно фактично статистично-однорідний періодичний процес надходження вимог на випробування (за виключенням двох сплесків в один з років випробування, а нульові значення показують відсутність надходження заявок на випробування цієї групи ОБТ на цей місяць). На основі цього можна вважати вхідний потік для цієї групи ОБТ близький до стаціонарного. Отже, подальше коректне аналітичне моделювання процесів функціонування випробувальної організації дозволить створити систему ефективної організації, планування та управління випробуваннями.

Література

1. Корнієнко І. В. Графічне представлення моделі функціонування випробувальної організації / І. В. Корнієнко, С. П. Корнієнко, О. М. Походенко, С. М. Казначей, О. В. Руденко // Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки. – Чернігів: ДНДІ ВС ОБТ, 2019. – № 2. – С. 91-98.

UDC 517.977

THE PROBLEM OF TRAJECTORY CONTROL WITH MINIMUM FUEL COST

O. Barabash¹, V. Tyurin², P. Open'ko², N. Dakhno³, H. Shevchenko¹,
A. Pavlenko⁴

¹*State University of Telecommunication, Kyiv, Ukraine*

²*Institute of Aviation and Air Defense,*

Ivan Cherniakhovskyi National Defense University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

³*Taras Shevchenko National University of Kyiv*

⁴*State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment*

Testing and Certification, Chernihiv, Ukraine

The value of aviation for the modern world cannot be overestimated. It is currently the only type of transport that significantly speeds up and improves world trade interaction between countries and solves the problems of global tourism. There are many areas of the world economy where air transport is used successfully.

The most widely air transport is used for passenger transportation mainly over long distances, including international.

The disadvantages of air transport include:

1 low load capacity;

2 high cost and, accordingly, the cost of transportation of goods (several times, and sometimes ten times higher than the cost of transportation in other modes of transport).

The above advantages and disadvantages of air transport are reflected in certain technical and economic indicators, which are the basis for determining the efficiency and areas of rational transportation modes use. Such indicators include

1 length and density of the transport network;

2 regularity of transportation;

3 speed and delivery time;

4 the cost and cost of transportation;

5 environmental friendliness;

6 capital intensity;

7 energy consumption.

Today, one of the most important characteristics of air transport is its environmental friendliness [1]. This parameter is characterized by fuel efficiency.

Methods of optimal trajectory control allow to solve this problem, but their practical application requires the development of effective computational algorithms for flight planning and their implementation in onboard control systems [2].

We will consider the problem of optimizing the the aircraft trajectory in the vertical plane by the criterion of the minimum fuel consumption at long range.

The mission of the flight with the minimum fuel consumption for a given range is formulated in the framework of the energy approach. The movement of the aircraft in the vertical plane is described by the following equations:

$$\dot{E} = n_x V, \quad \dot{x} = V, \quad \dot{m} = -f(h, V, T), \quad (1)$$

here $E = h + \frac{V^2}{2g}$ – specific mechanical energy, V – velocity, h – flight altitude, g – free fall acceleration, n_x – tangential overload, x – longitudinal coordinate, m – the aircraft mass, f – fuel consumption per unit time, T – thrust of the power plant [3].

The problem is: it is necessary to find a trajectory such that under given initial conditions

$$E(0) = E_0, \quad x(0) = x_0, \quad m(0) = m_0$$

and end conditions

$$E(t_f) = E_f, \quad x(t_f) = L$$

minimum fuel consumption was ensured.

As is known [4], the system of equations (3) is reduced to one equation of the third order of the form:

$$\ddot{x}(t) + a(t)\dot{x}(t) + b(t)x(t) + c(t)x(t) + \sum_{j=0}^3 \int_a^b H_j(t, \xi) x^{(j)}(\xi) d\xi = u(t)$$

Variational, projection, gradient, difference methods are most often used to solve such equations, but variations-gradient-type methods are more effective [5,6]. These methods include the one-step variational-gradient method for K - positively defined K - symmetric operators [7,8]. The algorithm of this method does not require knowledge of the spectrum of the differential operator and is resistant to perturbations.

The use of a one-step variation-gradient method reduces the cost of calculation, which contributes to a more efficient operation of the on-board computer. The numerical experiment showed that the flight path constructed by the one-step variational-gradient method at the first iteration has accuracy 10^{-4} .

According to the estimates obtained during the experiment, we can say that the one-step variation-gradient method has a high convergence rate. The application of this method in the problems of optimal trajectory control with minimum fuel consumption during long-haul flights will allow to increase fuel efficiency. This will reduce the impact of air transport on environmental degradation and reduce the cost of flights.

References

1. Lin Z. Making aviation green. *Adv. Manuf.* 1, 2013, p. 42–49. <https://doi.org/10.1007/s40436-013-0008-3>
2. Salah K. Environmental impact reduction of commercial aircraft around airports. Less noise and less fuel consumption. *Eur. Transp. Res. Rev.*, 2014, No 6, p. 71 – 84. <https://doi.org/10.1007/s12544-013-0106-0>
3. Tegin A.V. Features of the calculation of long-range trajectories in the problem of flight of an aircraft with minimal fuel consumption. *Uchenye zapiski CAHI*, 2005. Vol. 36, No 3 – 4, p. 86 – 92.
4. Samoilenko A.M., Perestyuk M.O., Parasyuk I.O. *Differential equations: Textbook*. Kyiv, Libid, 2003, 600 p.

5. Mashkov O., Sobchuk V., Barabash O., Dakhno N., Shevchenko H., T. Maisak. Improvement of variable-gradient methods in dynamic automatic control systems for integral-differential models. *Mathematical Modeling and Computing*, 2019. Vol. 6, No. 2, p. 344 – 357. <https://doi.org/10.23939/mmc2019.02.344>

6. Tuyryn V., Barabash O., Openko P., Sachuk I., Dudush A. Informational Support System for Technical State Control of Military Equipment. *Proceedings of 2017 IEEE 4th International Conference “Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Developments (APUAVD)”*, October 17-19, 2017, Kyiv, National Aviation University, 2017. p. 242 – 244.

7. Dakhno N.B. Methodology of applying a one-step variational-gradient method in the analysis of differential dynamic models of DCC. *Information security*. Lugansk: Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, 2014. No 2 (14), p. 150 – 156.

8. Barabash O.V., Dakhno N.B., Shevchenko H.V., Majsak T.V. Dynamic Models of Decision Support Systems for Controlling UAV by Two-Step Variational-Gradient Method. *Proceedings of 2017 IEEE 4th International Conference “Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Developments (APUAVD)”*, October 17-19, 2017, Kyiv, National Aviation University, 2017, p. 108 – 111.

УДК 629.076:623.426

ПРО ВИЗНАЧЕННЯ ПЛАВНОСТІ ХОДУ БРОНЕАВТОМОБІЛІВ

О.О. Акимов, В.Т. Бояров, М.М. Жданюк

Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєнь та військової техніки, Україна

Розробка нових видів бронетехніки, неможлива без визначення динамічних характеристик, які впливають на їх експлуатаційні характеристики.

Модернізація, існуючої бронетехніки веде до зміни інерційних параметрів корпусу, положення центру мас, пружних параметрів шасі та шин, що може привести до суттєвого погіршення динамічних характеристик броневих автомобілів.

При русі броньованої машини по дорозі з нерівною поверхнею вона здійснює вимушені коливання, величина яких залежить від динамічних властивостей автомобіля, швидкості його руху, та профілю поверхні дороги. Важливою характеристикою броневих автомобілів є плавність ходу,

яка визначає комфортабельність екіпажу, впливає на керуваність автомобілем, підвищує точність враження цілі в русі.

Оцінка плавності ходу автомобіля може проводитися при дорожніх чи лабораторних випробуваннях.

Дорожні випробування потребують ділянок дороги з твердим покриттям та спеціальним контрольованим профілем довжиною від 250 до 1000 м при русі автомобіля від 10 до 90 км/год.

У якості характеристик поверхні доріг приймаються спектральні щільності мікропрофілю й інші показники, що визначають ступінь впливу дороги на автомобіль.

Лабораторні випробування потребують спеціальних вібростендів, які здатні генерувати низькочастотну вібрацію значної потужності.

При випробуваннях на плавність ходу використовують низькочастотні вимірювачі вібрації, з можливістю реєстрації параметрів вібрації, їх спектрального складу, в характерних точках броневих автомобілів.

Жорсткі вимоги до умов випробування, спеціальних вимірювальних засобів, приводить до того, що експериментальні випробування на плавність ходу проводяться з певними ускладненнями.

Проблемі нормування вібронавантаження бронетехніки та персоналу присвячені чисельні нормативно-технічні документи: ІСО 2631-78;

ГОСТ 12.1.012-90, ОСТ 37.001.275-84, ОСТ 37.001.291-84, ГОСТ В. 21951-76, РЄО СВ – 80.

В нормативно-технічній літературі наведений діапазон частот та встановлені граничні норми вимушених коливань броневих автомобілів по яким судять про плавність ходу автомобілів.

Дослідженню динамічних характеристик броневих автомобілів присвячена чисельна технічна література [1], [2], [3].

Різні аспекти випробувань автомобілів знайшли відображення в наукових технічних виданнях [4], [5].

Об'єктивно оцінити коливання й плавність ходу автомобіля можна, знаючи переміщення, віброшвидкість, віброприскорення, частоти власних коливань водія, спектральний склад параметрів вібрації, інтенсивність загасання амплітуд коливань пасажирів і перевезених вантажів.

Практика доводить, що якщо частота коливання корпусу важких машин лежить в межах до 1,3...1,7 Гц, то машина має задовільну плавність ходу [3], [4].

Використання нижчої частоти власних коливань броневих автомобіля для оцінки плавності його ходу є шляхом значного спрощення випробування машин на плавність ходу.

При проведенні випробувань машини оцінюються масо-габаритні параметри машини, на основі яких визначаються її інерційні параметри, жорсткісні параметри підвіски, шин.

Найбільш важливими параметри плавності ходу машини вважаються в поздовжньому напрямку руху машини (підплигування та галопування), тому можливе використання спрощеної динамічної моделі, яка описує вертикальні та кутові коливання в вертикальній площині [1].

Динамічну модель має в своєму складі:

- корпус машини (масою M та моментом інерції I навколо горизонтальної осі перпендикулярної відносно напрямку руху, опертий на ресори;

- передній та задній мости з колесами масами m_1, m_2 відповідно, опертими на шини.

Рух механічної системи описується чотирма узагальненими координатами: переміщення центру мас підресореного корпусу у вертикальному напрямку Z , кутом нахилу головної центральної осі інерції (ГЦОІ) корпусу у поздовжньому напрямку Φ , переміщенням центрів мас переднього та заднього мостів в вертикальному напрямку Z_1, Z_2 відповідно.

Кінетична енергія механічної системи складається з кінетичної енергії поступального та обертального руху корпусу бронеавтомобіля.

Потенційна енергія механічної системи, яка складається з потенційної енергії деформованих ресор та шин коліс у вертикальному напрямку.

Аналогічно [2], використовуючи вирази кінетичної та потенційної енергій, за допомогою рівняння Лагранжа другого роду, одержимо систему диференціальних рівнянь другого порядку, що описує вільні коливання механічної системи у наступному вигляді:

$$M\ddot{\bar{x}} = \lambda K\bar{x}, \quad (1)$$

де $\lambda = 1/\omega^2$;

M – матриця інерційних коефіцієнтів;

K – матриця коефіцієнтів жорсткості.

Матриця інерційних коефіцієнтів має вигляд:

$$M = \text{diag}(m, I, m_1, m_2). \quad (2)$$

Матриця коефіцієнтів жорсткості має вигляд:

$$K = \begin{bmatrix} (C_{r1} + C_{r2}) & -(C_{r1}h_1 - C_{r2}h_2) & -C_{r1} & C_{r2} \\ -(C_{r1}h_1 - C_{r2}h_2) & (C_{r1}h_1^2 - C_{r2}h_2^2) & C_{r1} \cdot h_1 & C_{r2} \cdot h_2 \\ -C_{r1} & C_{r1} \cdot h_1 & C_{k1} & 0 \\ C_{r2} & C_{r2} \cdot h_2 & 0 & C_{k2} \end{bmatrix}, \quad (3)$$

де m —маса броньованої машини;
 I —екваторіальний момент інерції;
 C_{p1}, C_{z1} —жорсткість передніх коліс і ресор в вертикальному напрямку;
 C_{p2}, C_{z2} —жорсткість задніх коліс і ресор в вертикальному напрямку;
 h_{p1}, h_{z1} —відстань від центру мас машини до передніх коліс та задніх відповідно.

Математична модель дозволяє визначити чотири значення частот власних коливань у вертикальному напрямку.

Визначення частот власних коливань машини зводиться до стандартної задачі на власні частоти з ермітовою матрицею [2]:

Порівнюючи значення частот власних коливань базової та модернізованої машини можливо зробити висновок про ефективність модернізації.

Математична модель дозволяє визначити чотири значення частот власних коливань у вертикальному напрямку.

Методика була перевірена на модернізованому бронеавтомобілі БРДМ-2Л1.

Визначення частот власних коливань машини звелось до стандартної задачі в пакеті Mathcad 15. В результаті проведення розрахунків одержані наступні оцінки:

для спорядженої маси виробу - $\omega_1 = 0.617$ рад/с; $\omega_2 = 0.896$ рад/с;
 $\omega_3 = 6.436$ рад/с; $\omega_4 = 6,437$ рад/с.

для повної маси виробу - $\omega_1 = 0.581$ рад/с; $\omega_2 = 0.648$ рад/с;
 $\omega_3 = 6.436$ рад/с; $\omega_4 = 6,437$ рад/с.

Значення першої частоти власних коливань для спорядженої та повної маси виробу підтверджує задовільну плавність ходу виробу. Результати визначальних відомчих випробувань підтвердили одержані оцінки. Одержані результати розрахунку дозволяють зробити висновок, що запропонований теоретично-експериментальним метод може бути використаний на стадії випробування для оцінити плавності ходу бронеавтомобіля, що значно скоротить час та затрати на його випробування.

Література

- 1 Вонг Дж. Теория наземных транспортных средств. – М.: Машиностроение, 1982. – 284 с.
- 2 Смирнов Г.А. Теория движения колесных машин. – М.: Машиностроение, 1990. – 352 с.
- 3 Балабин И.В., Куров Б.А., Лаптев С.А. Испытания автомобилей. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1988. –192 с.
- 4 Безверхий С.Ф., Яценко Н.Н. Основы технологии полигонных испытаний и сертификация автомобилей. – М.: Изд-во стандартов, 1996. – 600 с.
- 5 Яценко Н.Н. Форсированные полигонные испытания автомобилей. – М.: Машиностроение, 1984. - 327 с.

УДК 004.94

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ ПРИ ВИПРОБУВАННЯХ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

П.Л. Аркушенко, В.В. Борщ, О.І. Вервейко, А.В. Коваленко
*Державний науково-дослідний інститут випробувань і серти-
фікації озброєння та військової техніки, Україна*

Забезпечення Збройних Сил України новими та модернізованими зразками озброєння та військової техніки і підтримання їх в постійній бойовій готовності потребує проведення всебічних випробувань.

На сучасному етапі нові покоління озброєння і військової техніки (ОВТ), а також необхідність в гарантуванні боєготовності та ефективності старіючих зразків ОВТ характеризуються значним зростанням показників точності, постійним збільшенням обсягу і складності вимірювань; підвищенням вимог до оперативності та своєчасності вимірювань, швидкодії засобів вимірювань і контролю. Однак через складну економічну ситуацію ЗСУ вимушені експлуатувати морально та фізично старіючі засоби вимірювальної техніки (ЗВТ). Це потребує значного збільшення номенклатури та кількості ЗВТ, тривалості та обсягу вимірювань [1].

Аналіз сучасного стану та тенденцій розвитку ЗВТ показав, що поряд з розробкою та вдосконаленням традиційних вимірювальних приладів все більшого значення набуває новий напрямок, а саме, розробка так званих віртуальних вимірювальних приладів (ВВП). Це пояснюється, по-перше, значним прогресом у розвитку комп'ютерної техніки; по-

друге, низькими темпами поповнення й оновлення парку ЗВТ; по-третє, порушенням інтеграційних зв'язків, що значно ускладнило процес розробки й виробництва сучасних ЗВТ. ВВП зазвичай являє собою сукупність комп'ютера, первинного та вторинного перетворювачів, середовища передачі даних, а також різних спеціалізованих програм обробки і передачі даних [2-4].

У Державному науково-дослідному інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки для різних видів Збройних Сил України розроблені узагальнені архітектури ВВП, які займають особливе місце серед вимірювально-інформаційних систем. З метою оцінки вартості і тривалості розробки і виготовлення ВВП, зручності та ефективності його застосування розроблені п'ять варіантів побудови вторинних перетворювачів і обґрунтовані переваги та недоліки ВВП на їх основі. Показаний порядок встановлення й підтвердження метрологічних характеристик ВВП.

У роботі [5] в залежності від конкретної реалізації одного або декількох компонентів ВВП, цілей і завдань його застосування виділено п'ять варіантів його побудови, які найбільш часто використовують на практиці, а в залежності від можливостей реконфігурування - три варіанти застосування. Три варіанти побудови можуть бути застосовані для моделювання ВВП і його компонентів, середовища передачі даних, метрологічних характеристик приладів, а також для створення імітаційної моделі стандартних вимірювальних приладів.

Аналіз можливого застосування запропонованих архітектур ВВП з урахуванням рекомендацій літературних джерел дозволив виділити основні особливості застосування ВВП:

зниження термінів розробки ВВП і підготовки фахівців з їх експлуатації, спрощення методик визначення і підтвердження метрологічних характеристик через розширені можливості моделювання ВВП, його компонентів та метрологічних характеристик;

зменшення номенклатури і вартості ЗВТ, оскільки ручна реконфігурація дозволяє за допомогою одного і того ж апаратного і програмного забезпечення сконструювати систему, що виконує абсолютно різні функції та має різний, призначений для користувача, інтерфейс;

поліпшення метрологічних характеристик и підвищення ефективності вимірювань через можливості автоматичної реконфігурації ВВП на вимір величин, значення яких змінюються в широкому діапазоні, а також на різні алгоритми управління процесом вимірювань, обробки даних і т.д.;

необхідно визначити метрологічні служби Міністерства оборони України та Збройних Сил України, а також організувати підготовку фахівців, які при підготовці ЗВТ до випробувань зразків ОБТ здійснюватимуть моделювання ВВП з подальшою їх реконфігурацією на рішення нових метрологічних завдань.

Література

1. Борисенко М.В., Герасимов С.В. Пропозиції з удосконалення системи метрологічного забезпечення військових підрозділів в умовах реформування // Системи озброєння і військова техніка. – 2012. – №2 (34). – С.11-14.

2. Тревис Дж., Кринг Дж. LabVIEW для всех. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 904 с.

3. Вервейко О.І. Віртуальний вимірювач функції короткочасної нестабільності частоти // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. – 2013. – №69. – С.105-1158.

4. Verveiko A. I., Lappo I. M., Arkushenko P. L., Yusukhno S. I. Frequency Instability Measurement Device Based on the Pulse Coincidence Principle // Visnyk NTUU KPI Serii A – Radiotekhnika Radioaparato-buduvannia. – Kyiv: KPI, 2018. – С. 29-36. DOI: 10.20535/RADAP.2019.76.29-36.

5. Аркушенко П.Л., Борщ В.В, Вервейко О.І., Коваленко А.В. Особливості імітаційного моделювання при проектуванні і експлуатації віртуальних вимірювальних приладів для випробувань озброєння та військової техніки // Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС 2019: тези доповідей Чотирнадцятої міжнародної науково-практичної конференції, 24 - 26 червня 2019 р. – Чернігів: ЧНТУ, 2019. – С. 328-331.

6. Жуков К.Г. Модельное проектирование встраиваемых систем в LabVIEW. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 688 с.

7. Шевчук В.П. Моделирование метрологических характеристик интеллектуальных измерительных приборов и систем / В.П.Шевчук. – Москва: Физматлит, 2011. – 320 с.

8. Метрологическое моделирование объектов, средств измерений и типовых процессов измерений.- режим доступа. - дата доступа: 11.05.2020. / Рубичев Н. Моделирование измерительных информационных систем // Мир транспорта. – 2012. – №4. – С.20-27.

ОБҐРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ МЕТОДУ ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ РАДІОТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ

А.Г. Артикула¹, Д.М. Бритов¹, Д.М. Крючков², Р.В. Титаренко²

¹*Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Україна*

²*Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Україна*

Аналіз останніх досліджень і публікацій з тематики, присвяченої контролю технічного стану (проведення технічного діагностування) радіотехнічних засобів (РТЗ) [1-7] показав, що незважаючи на розкриття багатьох питань, які стосуються оптимізації складу і розміщення засобів діагностування, вдосконалення методик вимірювання параметрів і проведення відновлювальних ремонтних робіт, автоматизації процесів технічного обслуговування, відсутні практичні рекомендації щодо вирішення прогнозування технічного стану радіотехнічних систем рухомих об'єктів на заданий період. За результатами аналізу робіт [1-7] існуючі методи контролю технічного стану можуть бути описані наступною сукупністю модулів:

$$S_kts=(A,B,C,D,E,F), \quad (1)$$

де: *A* – модуль контролюємих (діагностуємих) параметрів;

B – модуль засобів діагностики і контролю;

C – модуль нормативних допусків параметрів контролю;

D – модуль перевірочних сигналів;

E – модуль визначення виду технічного стану і діагностування;

F – модуль управління контролем технічного стану.

Таким чином, узагальнена схема контролю технічного стану РТЗ може бути представлена у вигляді, наведеному на рис. 1.

Для визначення технічного стану дана схема повинна бути доповнена елементами, що дозволяють цілеспрямовано виявляти потенційні відмови і забезпечувати своєчасне прийняття рішень (видачу керуючих впливів до виникнення фактичної відмови):

$$Std_p=(A,B,C,D,E,F,G,H), \quad (2)$$

де: *G* – модуль прогнозування;

H – модуль взаємозв'язку і управління.

Таким чином, узагальнена схема технічного діагностування та прогнозування РТЗ може бути представлена у вигляді, наведеному на

рис. 2. Основні відмінності між схемами, зображеними на рис. 1 та рис. 2, представлені пунктирними лініями.

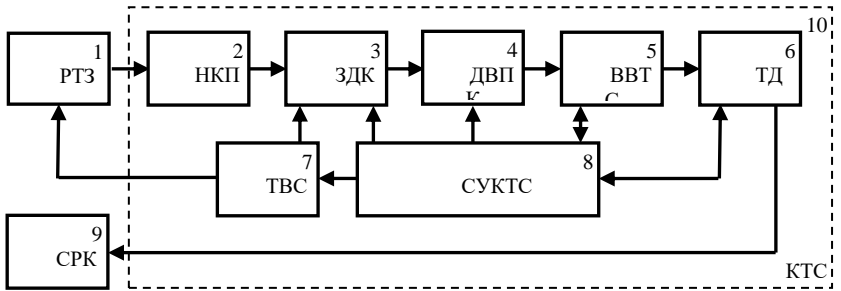


Рис. 1. Схема контролю технічного стану.

- де: 1. РТЗ - РТЗ (об'єкт технічного діагностування);
 2. НКП - номенклатура контрольованих (діагностичних) параметрів;
 3. ЗДК - засоби діагностування і контролю;
 4. ДВПК - допустимі відхилення параметрів контролю;
 5. ВВТС - визначення виду технічного стану;
 6. ТД - технічне діагностування;
 7. ТВС - тестові та вимірювальні сигнали;
 8. СУКТС - система управління контролем технічного стану;
 9. СРК - споживач результатів контролю (діагностування);
 10. КТС - контроль технічного стану.

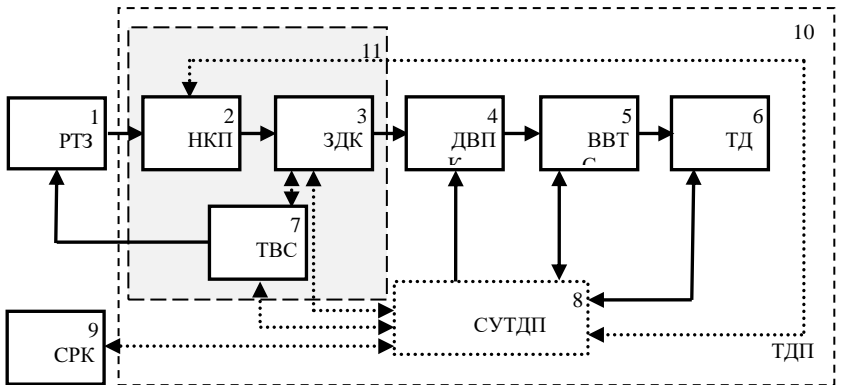


Рис. 2. Схема технічного діагностування і прогнозування.

- де: 8. СУТДП - система управління технічним діагностуванням

і прогнозуванням;

10. ТДП - технічне діагностування і прогнозування;

11. ВАНЧ - виносна адаптивна невід'ємна частина системи, що відповідає за прогнозування.

В схему введені зворотні зв'язки, що забезпечують оперативну зміну тестових і вимірювальних сигналів, засобів діагностування і контролю та наборів параметрів, що контролюються. У сукупності зазначені набори при зміні їх номенклатури згідно прогнозованого стану об'єкта становлять ВАНЧ системи, що відповідає за прогнозування. СУКТС доповнена модулями, які забезпечують вироблення прогнозів для управління технічним станом, тобто є системою управління технічним діагностуванням і прогнозуванням (СУТДП) – рис. 3.

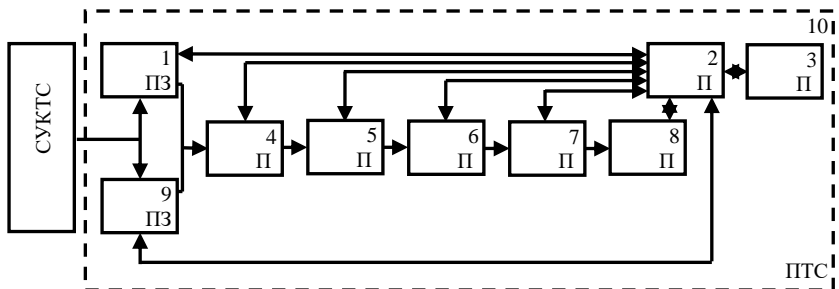


Рис. 3. Схема СУТДП.

де: 1. ПЗВР - підсистема збору вимірних результатів;

2. ПВ - підсистема взаємозв'язків;

3. ПВВІ - підсистема вводу-виводу інформації;

4. ПНД - підсистема накопичення даних;

5. ППД - підсистема перетворення даних;

6. ПФМ - підсистема формування моделей;

7. ПА - підсистема апроксимації;

8. ПППР - підсистема підтримки прийняття рішення;

9. ПЗОД - підсистема зберігання основних даних;

10. ПТС - прогнозування технічного стану.

Система складається з взаємозв'язаних підсистем, які виконують такі функції. ПЗВР призначена для введення в систему результатів вимірювання параметрів контролю. ПВ забезпечує обмін інформацією між елементами СУТДП з урахуванням накопичуваних відомостей про надійність об'єктів прогнозування, статистичні властивості фізичних процесів і т.д. ПВВІ забезпечує видачу користувачам даних контролю і про-

гнозування, введення в систему інформації, яка забезпечує роботу системи. Дані, як виходять з системи і входять до неї, зберігаються в *ПНД*. Для перетворення даних до виду, що необхідний для виконання підсистемами СУТДП необхідних функцій (зміни розмірності і масштабу, виявлення і усунення грубих помилок реєстрації прогнозованих параметрів і т.д.), використовується *ППД*. Процеси зміни прогнозованих параметрів моделюються за допомогою *ПФМ*, яка видає необхідні дані для екстраполяції процесів витрати параметричної надмірності в *ПА*. Запропоновані системою рішення про необхідність і характер дій, що управляють процесом технічного діагностування та прогнозування, виробляються *ПППР*. Для забезпечення зберігання експлуатаційної характеристик, відомостей про відмови елементів, часу напрацювання об'єктів, обліку режимів роботи і індивідуальних характеристик використовується *ПЗОД*.

Література

1. Борисенко М.В. Визначення оптимального переліку засобів вимірювальної техніки в складі контрольно-перевірочної апаратури зенітного ракетного озброєння / М.В. Борисенко, А.П. Волобуєв, Е.С. Рошупкін // Системи озброєння і військова техніка. – Х., 2011. – № 2 (26). – С. 114-117.
2. Скорик А.Б. Системні аспекти об'єктно-орієнтованого проектування складних військово-технічних систем / А.Б. Скорик, Є.В. Моргун, Д.М. Крючков, Ю.В. Олійник // Збірник тез доповідей: XV міжнародна наукова конференція Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 10-11 квітня 2019 року. – Харків: ХНУПС, 2019. – С. 212.
3. Гайбадулов Б.В. Тренажні імітаційні комплекси зенітного ракетного озброєння – досвід використання, проблемні питання та пропозиції щодо їх розв'язання / Б.В. Гайбадулов, Д.М. Крючков, Є.С. Рошупкін, В.В. Джус, Ю.В. Коробков // "Спільні дії військових формувань і правоохоронних органів держави: проблеми та перспективи": Міжнародна науково-практична конференція, 12-13 вересня 2019 року. – Одеса: Військової академії, 2019. – С. 340.
4. Джус В.В. Програмний комплекс-тренажер обслуги зенітного ракетного комплексу середньої дальності з мережевим розгалуженням робочих місць / В.В. Джус, Д.В. Антонов, Д.М. Крючков, В.О. Шевченко // Збірник тез доповідейб XV міжнародна наукова конференція Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 10-11 квітня 2019 року. – Харків, 2019. – С. 198.

5. Герасимов С.В. Синтез вимірювальних сигналів для визначення технічного стану систем автоматичного управління / С.В. Герасимов, С.В. Кукобко, Є.С. Рошупкін, О.О. Расстригін // *Озброєння та військова техніка*. – №4 (12), 2016. – С. 32-36.

6. Герасимов С.В. Теоретические основы оценки ошибок значений сигналов с гармонически меняющимися параметрами / С.В. Герасимов, Е.С. Рошупкин // *Озброєння та військова техніка*. – 2018. – № 2. – С. 43-49. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ovt_2018_2_9.

7. Герасимов С.В. Підвищення боєготовності зенітних ракетних військ шляхом оптимальної закупівлі комплектуючих виробів зенітних ракетних комплексів / С.В. Герасимов, Д.М. Ізосімов, Є.С. Рошупкін, В.В. Старцев // *Системи озброєння і військова техніка*. – 2010. – № 1. – С. 55-59. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/soivt_2010_1_13.

УДК 629.7

ПОХІБКА РЕГУЛЮВАННЯ ПРОЦЕСОМ СТАБІЛІЗАЦІЇ ФАЗИ РОБОЧОГО ОРГАНУ РОБОТОТЕХНІЧНОГО КОМПЛЕКСУ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

О.І. Денисов, Ю.О. Денисов, О.О. Бурсала

Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння і військової техніки, Україна

В процесі створення систем прецизійного електроприводу для стабілізації фазового положення робочого органу робототехнічного комплексу спеціального призначення виникає потреба в оцінці точності відпрацювання фази під впливом збурень по моменту навантаження. Така потреба також існує в робототехнічних комплексах загальнопромислового призначення, в лазерній техніці, приладах точної механіки та оптики [1], [2], [3].

Найефективнішого і найпростішого рішення цієї проблеми можна досягти в електроприводах з фазовим автопідстроюванням частоти, що забезпечує астатизм по фазі. Такі електроприводи виконуються на базі безколекторних двигунів постійного струму (БДПС), які працюють в синхронному режимі. В них досягають високих показників питомого прискорення при незначних пульсаціях моменту та широкому діапазоні регулювання частоти обертання – від одиниць до десятків тисяч обертів за хвилину [4], [5], [6]. В процесі розробки прецизійних електроприводів для потреб спеціальної техніки існує проблема розрахунку їх показників точності. В відомих роботах, присвячених зазначеній тематиці,

цій проблемі приділено недостатньо уваги. В цих роботах більш докладно розглянуто оптимізацію енергетичних та частотно-часових характеристик електроприводів [7], [8], [9] при збуреннях по управлінню. Метою досліджень є рішення проблеми розрахунку точності встановлення фазового положення робочого органу робототехнічного комплексу при збуреннях по моменту навантаження.

Причиною похибки при стабілізації фази робочого органу робототехнічного комплексу можуть бути зміни моменту навантаження, несинусоїдальність та нестабільність напруги живлення електродвигуна, що надходить від автономного інвертора напруги (АІН), неточність виміру похибки регулювання фазовим детектором (ФД), запізнення, що вносять окремі ланки системи та зміни їх параметрів в процесі експлуатації.

Структурна схема системи стабілізації фази, рис. 1, виконана на основі БДПС, який переводиться в синхронний режим роботи, коли фазова розбіжність між імпульсами еталонної частоти (f_{ET}) і імпульсного давача швидкості (ІДШ), досягає мінімального значення.

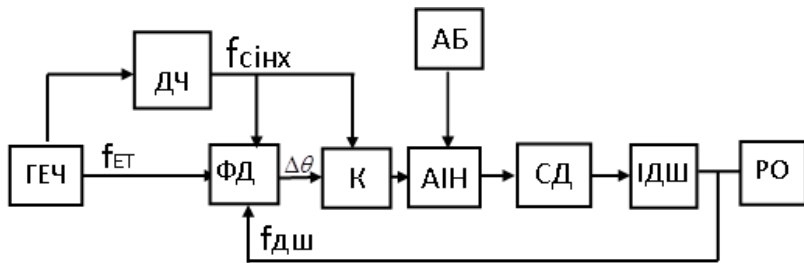


Рис. 1. Структурна схема системи стабілізації фази

де: ГЕЧ – генератор еталонної частоти;

СД – синхронний двигун;

РО – робочий орган;

АБ – акумуляторна батарея;

ДЧ – дільник частоти.

Сигнал похибки формується у вигляді імпульсу відповідної довжини на одному з двох виходів фазового дискримінатора. Вихід ФД, на якому присутній сигнал похибки, залежить від знаку похибки, а його довжина – від фазової розбіжності між імпульсами еталонної частоти і давача швидкості. Сигнал похибки обробляється контролером за програмою ПІД-регулятора з подальшим програмним формуванням сигналу управ-

лінія АІН, задній фронт якого в статичному режимі модулюється за синусоїдальним законом, а передній фронт синхронізовано імпульсами з дільника частоти.

Для цифрової ланки системи (контролера) характерна наявність кроків квантування за часом та за рівнем, що вносить похибку в процес регулювання фази. Однак, цією похибкою можна знехтувати, враховуючи високу розрядність сучасних контролерів і в подальшому вважати систему, рис.1, імпульсною з частотою дискретності, яка дорівнює частоті комутації АІН. Основним фактором, що впливає на похибку стабілізації фази в системі, рис.1, є зміни моменту навантаження. Метою аналізу систем стабілізації фази є знаходження їх якісних показників – максимальної похибки регулювання фази і довжини перехідного процесу під впливом змін навантаження. Поставленої мети можна досягти двома методами. Перший метод пов'язаний зі знаходженням передатних функцій окремих ланок системи з подальшим розрахунком передатної функції всієї замкненої системи. Недоліком цього методу є відсутність передатних функцій замкнених систем за навантаженням, якщо в їх структурі присутні ланцюги імпульсної дії. Другий метод базується на описі процесів рядом диференційних або різницевих рівнянь першого порядку з використанням векторно-матричного представлення параметрів системи та факторів що збурюють в просторі стану, що складає зміст сучасної теорії управління [10]. Перевагою методу простору стану перед іншими методами є те, що він дозволяє при своєму застосуванні використовувати типові програмні забезпечення сучасних комп'ютерів. Тому подальший аналіз нелінійної імпульсної системи, рис.1, потрібно вести чисельним методом змінних стану в часовій області.

Література

- 1 Болковой А.П., Цаценкин В.К. Прецизионный электропривод с вентильными двигателями. – Москва: Изд-во НЗИ, 2010. – 328 с.
- 2 Антонов А.Е., Акинин К.П., Киреев В.Т. Особенности построения электромеханической системы ориентации наноспутника на основе бесконтактного магнитоэлектрического двигателя. / Технічна електродинаміка. – 2017. – №4. – с. 36-40.
- 3 Tomofumi Hirose. Rectifier Circuit using FET Bridge Circuit and method of Controlling the Same: Patent YP. 201 208 5369A, 26.04.2012.
- 4 Овчинников И.Е. Вентильные электрические двигатели и электропривод на их основе. – Санкт-Петербург: Корона-Век, 2012. – 336 с.
- 5 Singh B., Singh S. Singl-phase Power Factor Controller Topologies for Dermument Magnet Brushless DC Motor Drives. IET Power Electronic, 2010, vol.3. ISS. 2 P.147 –175.

6 Instantaneous torque control of small inductance brushless DC motor / J. Fang, X. Zhou, G Liu // IEEE Trans.Power Electron. Dec. – 2012. – Vol. 27, No. 12 – P. 4952–4964.

7 Wei Cui, Hang Zhung, Van-li-Ma, Yul-jinzhang/ Regenerative Braking Control Method and Optsmal Scheme for Electric Motor-cycle. Power engineering Energy and Electrical Drives: Procceing of the 2011 International Conference. Torremolines, Spain, May, 2011.

8 Акинин К.П. Релейно-векторная система управления двигателями с постоянными магнитами с датчиком тока в звене постоянного тока. / Технічна електродинаміка. – 2014. – №3. – с. 52-55.

9 A novel sensorless starting method of BLDC motor for large inertia system / M. Ku, Y. Li // in Proc. IEEE Electron. Mech. Eng. Inf. Technol. – 2011. – P. 3449–3452.

10 Дерусо П., Рой Р., Клоуз Ч. Пространство состояний в теории управления. – М.: Наука, 1970. – 620 с.

УДК 621.396

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ НЕСТАБІЛЬНОСТІ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

С.В. Кукобко¹, О.Г. Ветошкін¹, С.В. Герасимов²; О.В. Гречка²

¹*Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Україна*

²*Харківський національний університет Повітряних Сил*

ім. І. Кожедуба, Україна

В процесі експлуатації характеристики радіотехнічних систем (РТС) піддаються різним змінам. Ці зміни носять випадковий характер і можуть привести до відмов, тобто до неможливості РТС виконувати свої функції [1].

Крім того, поступова зміна похибок засобів контролю дозволяє ввести декілька станів справності з різними рівнями ефективності функціонування, які обумовлені ступенем наближення похибки засобів виміральної техніки до допустимих граничних значень. Це, в свою чергу, призводить до неможливості визначення достовірних параметрів функціонування засобів контролю – РТС. При цьому можливе зниження достовірності контролю технічного стану РТС, яке викликане помилками

першого та другого роду [2]. Така задача особливо актуальна для вбудованих засобів контролю, які експлуатуються в складі РТС. До таких, наприклад, належать радіолокаційні станції різного призначення, комплекси автоматизованого управління та передачі даних тощо. Недостовірні (помилкові) показання засобів контролю можуть привести до прийняття невірних висновків про технічний стан РТС, що може привести до виникнення аварійної (нештатної) ситуації під час функціонування такої системи.

В доповіді показано вирішення актуальної задачі, зв'язаної з дослідженням закону розподілу нестабільності характеристик засобів контролю, які призначені для визначення технічного стану РТС. Визначення основних характеристик закону розподілу нестабільності характеристик засобів контролю дозволяє підвищити ефективності експлуатації РТС за рахунок своєчасного виявлення несправностей і прогнозування їх реального технічного стану.

При оцінюванні стану параметра контролю РТС за його значенням порівнюються абсолютні значення верхньої $X_в$ і нижньої $X_н$ границі допусків на параметр контролю X . Контроль технічного стану РТС проводиться шляхом порівняння абсолютного значення параметра X з його допусками $X_в$ і $X_н$.

Для простоти розрахунків будемо вважати, що стани параметрів різномовірні та значення всіх величин задаються з абсолютною похибкою. Тоді інформація, що одержана при контролі одного параметра, дорівнює:

$$I_1 = \log_2 \frac{X}{\varepsilon}, \quad (1)$$

де A – абсолютне значення параметра контролю; $\varepsilon = X_в - X_н$.

Інформація, що отримується на кожен параметр контролю, дорівнює відповідно (1):

$$I_{n1} = \log_2 \frac{X_в}{\varepsilon} + \log_2 \frac{X_н}{\varepsilon} = \log_2 \left(\frac{X_в X_н}{\varepsilon^2} \right). \quad (2)$$

Тоді інформація, що отримується за результатами контролю, згідно вивізів (1) і (2), дорівнює:

$$I_{p1} = I_1 + I_{n1} = \log_2 \left(X \frac{X_в X_н}{\varepsilon^3} \right). \quad (3)$$

При контролі технічного стану РТС проводиться порівняння абсолютного значення відхилення параметра ΔX , яке розраховується в засобі контролю, з абсолютними значеннями верхнього $X_в$ і нижнього

X_n допусків на ці відхилення [3]. Відхилення параметра контролю від номіналу дорівнює:

$$\Delta X = X - X_0,$$

де X – дійсне значення параметра; X_0 – номінальне значення параметра.

Номінальне значення параметра також вводиться в засіб контролю. Далі ресструються відхилення параметра від номіналу та допуски на ці відхилення. Інформація, яка отримана при вимірюванні одного параметра, дорівнює:

$$I_2 = \log_2 \frac{\Delta X}{\varepsilon}.$$

Інформація, що отримується на кожен параметр контролю та виводиться для порівняння до засобу контролю, дорівнює:

$$I_{n2} = \log_2 \frac{X_0}{\varepsilon} + \log_2 \frac{X_\varepsilon}{\varepsilon} + \log_2 \frac{X_n}{\varepsilon} = \log_2 \frac{X_0 X_\varepsilon X_n}{\varepsilon^3}.$$

Спосіб оцінки за абсолютним значенням відхилення параметра від номіналу буде більш економічним способу оцінки за абсолютним значенням параметра щодо обсягу інформації, що отримується за результатами контролю, якщо $I_{n2} \leq I_{n1}$, тобто при:

$$\frac{X_0 X_\varepsilon X_n}{\varepsilon^3} \leq X_\varepsilon X_n. \quad (4)$$

Якщо покласти $|X_\varepsilon| = |X_n| = X_0$, то нерівність (4) дотримується, якщо: $X_\varepsilon < \frac{X_0}{\sqrt{\frac{X_0}{\varepsilon} + 1}}$. Так як звичайно $\frac{X_0}{\varepsilon} \geq 1$, то: $X_0 \leq \sqrt{\varepsilon X_0}$.

Отриманий при цьому вигравш в інформації про технічний стан РТС дорівнює:

$$\Delta I_n = I_{n1} - I_{n2} = \log_2 \left(\frac{\varepsilon X_\varepsilon X_n}{A_0 \Delta X_\varepsilon \Delta X_n} \right) = \log_2 \left[\frac{\varepsilon X_\varepsilon X_n}{X_0 (\Delta X_0)^2} \right].$$

Розглянемо приклад. Якщо $X_0 = 10B$, $\Delta X_0 = 0,1B$, то другий спосіб оцінки економічніший першого за обсягом інформації, що отримується при контролі технічного стану РТС при $X < 1B$. Вигравш в інформації, яка отримана за результатами контролю параметрів РТС при використанні оцінки за відхиленням параметра від номіналу, дорівнює:

$$\Delta I_p = I \log_2 \left(\frac{X_0 X_{\epsilon} X_H}{\Delta X \Delta X_{\epsilon} \Delta X_H} \right).$$

При оцінці стану параметра за величиною відношення відхилення параметра від номіналу до його номінального значення спочатку розраховується відношення: $\delta X = \frac{\Delta X}{X_0} = \frac{X - X_0}{X_0}$.

Потім це відношення порівнюється з відносними значеннями верхнього δX_{ϵ} і нижнього δX_H допусків, які вводяться до засобу контролю. Реєструються відношення відхилення параметрів від номіналу та допуски на це відхилення. Цей спосіб оцінки рівноцінний способу оцінки за абсолютним значенням відхилення параметра від номіналу щодо обсягу введеної та виведеної інформації. Відносна форма реєстрації даних може полегшити їх огляд, однак досягається це введенням у систему контролю операції ділення, що ускладнює засіб контролю [4].

У разі, коли датчики засобу контролю сконструйовані таким чином, що з них видається відхилення параметра від номіналу ΔX , оцінку стану параметра можна виконати шляхом порівняння одержуваного відхилення ΔX з верхнім ΔX_{ϵ} і нижнім ΔX_H допусками на це відхилення, які вводяться до засобу контролю [4].

Очевидно, що цей спосіб найбільш економічний за обсягом інформації, що отримується при контролі технічного стану РТС. Крім того, при використанні цього способу найбільш просто сконструювати засіб контролю. Недолік методу полягає в тому, що потрібно встановлювати спеціальні датчики-перетворювачі [5].

Результати дослідження впливу інтенсивності дрейфу характеристик засобів контролю, виду закону розподілу нестабільності їх характеристик в процесі контролю параметрів роботи РТС дозволять розрахувати математичну залежність ефективності експлуатації таких систем від нестабільності характеристик засобів контролю. Таким чином, маючи закон зміни нестабільності характеристик вбудованих до РТС засобів контролю, можна досить точно визначити час проведення контролю технічного стану РТС з метою своєчасного визначення їх справності або несправності. Це дозволить, при необхідності, оперативно проводити регулювання, ремонт або заміни несправних блоків. Тобто, буде підвищена достовірність контролю параметрів функціонування РТС, що підвищить ефективність їх функціонування та безаварійну експлуатацію.

Література

1. Герасимов С.В., Баранік О.М. Комплексний метод оцінки ефективності застосування автоматизованої контрольно-діагностичної апаратури для контролю технічного стану авіаційних ракет класу «повітря – поверхня» // Зб. наук. пр. Харківського національного університету Повітряних Сил. – 2017. – Вип. 5 (54). – С. 150-154.
2. Герасимов С.В., Грідіна В.В. Методика обґрунтування номенклатури параметрів контролю радіотехнічних систем і призначення їх допустимих відхилень // Системи обробки інформації. – Х.: ХНУПС. – 2018. – Вип. 2 (153). – С. 159-164.
3. Герасимов С.В., Рошупкін Є.С. Теоретические основы оценки ошибок значений сигналов с гармонически меняющимися параметрами // Озброєння та військова техніка. – 2018. – Вип. 2 (18). – С. 43-49.
4. Герасимов С.В., Баранік О.М. Вибір показників для оцінювання технічного стану авіаційного ракетного озброєння // Озброєння та військова техніка. – 2017. – Вип. 3 (15). – С. 26-29.
5. Асавалюк А.В., Герасимов С.В., Рошупкін Є.С. Похибки визначення повного вектора швидкості в єдиній прямокутній системі координат системою оглядових станцій радіолокації з різною точністю // Системи озброєння і військова техніка. – Х.: ХНУПС. – 2017. – Вип. 2 (50). – С. 53-56.

УДК 621.396

АВТОМАТИЗОВЕ ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ РОЗНЕСЕНИХ ЕЛЕКТРОННИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

С.В. Кукобко¹, О.Г. Ветошкін¹, Є.С. Рошупкін², В.В. Джус²

¹*Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Україна*

²*Харківський національний університет Повітряних Сил*

ім. І. Кожедуба, Україна

Особливістю рознесеної електронної інформаційної системи (РЕІС) є входження до її складу засобів, що уявляють собою складні об'єкти, кожен з яких потребує контролю (оцінки) відповідних параметрів з регламентованою документацією періодичністю. Для автоматизації технічного обслуговування (ТО) РЕІС потрібен повний опис (модель) експлуатації РЕІС – висока степінь деталізації пов'язана з необхідністю ви-

значення усього комплексу видів та методів ТО, діагностичних параметрів та нормативів засобів РЕІС, а також операцій, що виконуються вручну, з метою максимального виключення в ТО участі людини. Порядок створення опису (моделі) та їх приклади наведені в [1]. Різноманітність видів та методів технічного обслуговування, діагностичних параметрів та нормативів засобів РЕІС викликає необхідність отримання, обробки та зберігання великого обсягу інформації за бажано мінімальний інтервал часу, тобто необхідність створення розподілених баз даних та знань (правил оцінки технічного стану, що використовують дані про операції технічного обслуговування, параметри, що контролюються, та їх попередні, поточні та прогнозовані значення) з клієнт-серверною архітектурою, для зменшення розмірів яких необхідно проводити оптимізацію параметрів, що контролюються [2]. Знання конкретної моделі експлуатації РЕІС дозволяє синтезувати оптимальні вимірювальні сигнали для визначення кожного з технічних станів як її окремих засобів, так і системи в цілому. Критерії синтезу та параметри оптимальних сигналів наведено в [3-4]. Інформація про технічний стан об'єктів та (або) всієї системи міститься у вихідному сигналі (відклику) об'єкту (системи), методи обробки якого розглянуті в [5]. Набір вимірювальних сигналів та відкликів на них об'єктів (системи) дозволяють обґрунтувати оптимальний перелік засобів вимірювальної техніки (ЗВТ), в тому числі і перспективних, що дозволяють автоматично проводити вимірювання параметрів в складі контрольно-перевірочної апаратури РЕІС. Методика та приклади формування переліків наведено в [6]. Вимірювання параметрів сигналів із застосуванням перспективних (векторних) аналізаторів наведено в роботі [7]. Визначення переліку ЗВТ дозволяє урахувати їх в моделі експлуатації РЕІС [8]. Інформація про модель експлуатації РЕІС, вхідних та вихідних вимірювальних сигналах системи та оптимальний перелік ЗВТ є необхідною для методик контролю параметрів системи як за різними критеріями оптимальності, так і при експлуатації РЕІС за технічним станом [8]. Вирішення вище наведених питань є підставою для створення автоматизованої системи технічної діагностики (ТД) РЕІС, яка включає до свого складу автоматизовану вимірювальну систему, інтегровану з розподіленими базами даних та знань з клієнт-серверною архітектурою [9]. За результатами ТД приймається рішення про технічні стани об'єктів діагностування та прогнозування їх змін, яке є підставою для визначення комплексу необхідних та прогнозованих відновлювальних ремонтних робіт. Визначення комплексу відновлювальних ремонтних робіт в випадку ресурсних обмежень в загальному випадку може бути представлено як результат вирішення задачі багатокритеріальної оптимізації – максимізації відносної економічної ефективності

[10]. Для контролю якості ТО повинна бути передбачена автоматизована система управління ТО, основними задачами якої є контроль правильності функціонування баз даних та баз знань, оцінка ефективності прийнятих рішень, діагностика якості роботи системи ТД РЕІС та її навчання, самодіагностика та самонавчання. Метод синтезу оптимальної системи управління наведено в [9]. Таким чином, автоматизація ТО РЕІС потребує обґрунтовані: набір даних, структури та процедури наповнення баз даних технічного стану засобів системи та баз знань, перелік ЗВТ. У разі проведення відновлювальних ремонтних робіт знання окремих попередніх діагностичних нормативів втрачає актуальність, тому за початок відліку цих параметрів доцільно брати їх значення після проведення відповідних робіт. Крім перевірки відповідності ЗВТ встановленим вимогам повинна передбачатися перевірка методами математичної статистики результатів вимірювання, а саме гіпотези щодо функції щільності розподілу результатів вимірювань та її статистичних характеристик, виявлення грубих похибок вимірювань [11]. Оцінка кожного з параметрів об'єктів є рішення, що приймається після порівняння результатів вимірювання відповідного параметру з встановленими технічною документацією значеннями.

Спрощена схема організації автоматизованого ТО наведена на рис. 1.

Отримані результати можуть бути використані при проектуванні автоматизованих систем технічного обслуговування складних РЕІС.

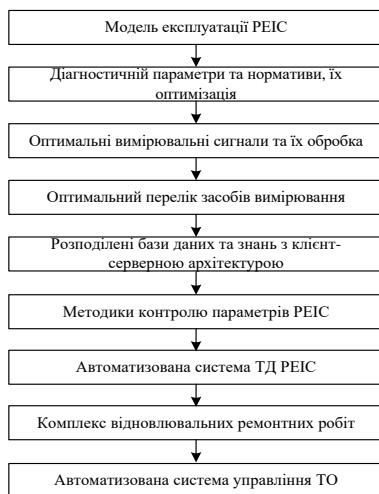


Рис. 1 – Спрощена схема організації автоматизованого ТО РЕІС

Література

1. Herasimov S. Measures of efficiency of dimensional control under technical state designation of radio-technical facilities / S. Herasimov, Yu. Shapran, M. Stakhova // Системи обробки інформації. – 2018. – Вип. 1. – С. 148-154.
2. Герасимов С.В. Методика обґрунтування номенклатури параметрів контролю радіотехнічних систем і призначення їх допустимих відхилень / С.В. Герасимов, В.В. Грідіна // Системи обробки інформації. – 2018. – Вип. 2. – С. 159-164. DOI: 10.30748/soi.2018.153.20.
3. Herasimov S., Pavlii V., Tymoshchuk O. et al. Testing Signals for Electronics: Criteria for Synthesis. J Electron Test 35, 349–357 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10836-019-05798-9>.
4. Герасимов С.В. Синтез полігармонійного вимірювального сигналу з будь-якою кількістю точок перемикання / С.В. Герасимов, О.А. Дакі, М.Ю. Яковлев // Вимірювальна техніка та метрологія: міжвідомчий науково-технічний збірник. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. – Том 79. – № 2. – С. 73-76.
5. Герасимов С.В. Синтез вимірювальних сигналів для визначення технічного стану систем автоматичного управління / С.В. Герасимов, С.В. Кукобко, Є.С. Рошупкін, О.О. Расстригін // Озброєння та військова техніка. – 2016. – №4 (12). – С. 32-36.
6. Борисенко М.В. Визначення оптимального переліку засобів вимірювальної техніки в складі контрольно-перевірочної апаратури зенітного ракетного озброєння / М.В. Борисенко, А.П. Волобуєв, Є.С. Рошупкін // Системи озброєння і військова техніка. – Х., 2011. – № 2 (26). – С. 114-117.
7. Беляєв Д.М. Застосування векторних аналізаторів сигналів для забезпечення електромагнітної сумісності радіоапаратури / Д.М. Беляєв, С.В. Герасимов, С.В. Кукобко, Є.С. Рошупкін // Збірник наукових праць ЦНДІ ОВТ ЗС України. – 2016. – №3 (62). – С. 77-84.
8. Герасимов С.В. Постановка проблеми розробки оптимальної методики контролю параметрів технічних систем при експлуатації за станом / С.В. Герасимов // Системи обробки інформації. – 2013. – №9(16). – С. 7-11.
9. Gerasimov S, Mozhayev A, Nakonechnyi A, Podorozhniak A. Method of synthesis of the automatic control system adjustment circuit parameters. Nauka i studia, Przemysl 12 (143): 61-67 (2015).
10. Герасимов С.В. Підвищення боєготовності зенітних ракетних військ шляхом оптимальної закупівлі комплектуючих виробів зенітних ракетних комплексів / С.В. Герасимов, Д.М. Ізосімов, Є.С. Рошупкін,

В.В. Старцев // Системи озброєння і військова техніка. – 2010. – № 1. – С. 55-59.

11. Герасимов С.В. Теоретические основы оценки ошибок значений сигналов с гармонически меняющимися параметрами / С.В. Герасимов, Е.С. Рощупкин // Озброєння та військова техніка. – 2018. – № 2. – С. 43-49. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ovt_2018_2_9.

УДК 621.952

ВЗАЄМНИЙ ВПЛИВ ТЕПЛОВИХ ДЖЕРЕЛ НА ТЕМПЕРАТУРНИЙ СТАН ПІД ЧАС ОБРОБЛЕННЯ ОТВОРІВ КОМБІНОВАНИМ ІНСТРУМЕНТОМ

І.М. Лаппо, О.В. Червотока, М.О. Геращенко

Державний науково-дослідний інститут випробувань та сертифікації озброєння і військової техніки, Україна

Особливістю оброблення отворів комбінованим осьовим інструментом, який має дві або більше робочі ступені, є те, що за першим тепловим джерелом $q_{екв1}$ на відстані a_{1-2} з тією ж швидкістю подачі V_n рухається друге теплове джерело інтенсивністю $q_{екв2}$. За наявності трьох робочих ступенів за другим тепловим джерелом на відстані a_{2-3} рухається третє теплове джерело $q_{екв3}$. Дані теплові джерела здійснюють взаємний

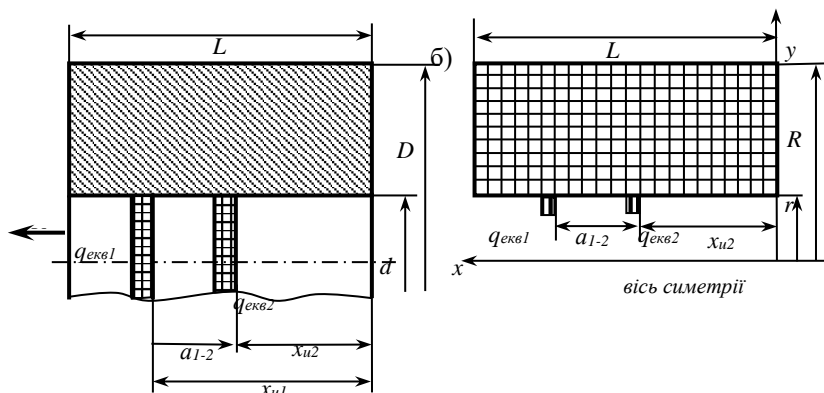


Рис. 1 Розрахункова схема теплового навантаження втулки при обробленні двоступеневим осьовим інструментом:

- а) навантаження кільцевим тепловим джерелом;
- б) плоска осесиметрична кінцево-елементна схема

вплив один на одного. Для оцінювання впливу сусіднього теплового джерела були проведені чисельні дослідження на основі методу кінцевих елементів температурного стану у повздовжньому перерізі деталі типу циліндричної втулки довжиною L , зовнішнім діаметром D і діаметром отвору d під час оброблення двоступеневим осьовим інструментом типу зенкер-розвертка [1]. Це дозволило перейти від об'ємної моделі деталі до плоскої осесиметричної, що спростило розрахункову схему та дозволило підвищити точність розрахунків. Розрахункова схема навантаження деталі наведена на рис. 1.

Метою дослідження було визначення величини коефіцієнтів взаємного впливу теплових джерел один на одного. Температурна залежність теплопровідності λ і питомої теплоємності c_p від температури не враховувалась. Процес руху теплового джерела представлявся у вигляді дискретного прикладання теплового джерела до поверхні деталі для n положень, де

$$n = \frac{(L + a_{1-2})}{t_2} \tan \varphi_2,$$

де t_2 і φ_2 – відповідно глибина різання та головний кут в плані для другої ступені.

Час оброблення отворів двома ступенями

$$T = \frac{(L + a_{1-2})}{V_n} = \frac{\pi d(L + a_{1-2})}{SV},$$

де S і V – відповідно подача та швидкість різання.

Процес оброблення було поділено на три етапи. На першому етапі $0 \leq t \leq a_{1-2}/V_n$ (рис. 2а) оброблення проводилось тільки одним ступенем і температурний стан визначався тільки тепловим джерелом $q_{екв1}$. На другому етапі $a_{1-2}/V_n \leq t \leq L/V_n$ оброблення проводилось двома ступенями і температурний стан визначався двома одночасно діючими тепловими джерелами $q_{екв1}$ і $q_{екв2}$ (рис. 2б). На третьому етапі $a_{1-2}/V_n \leq t \leq (L + a_{1-2})/V_n$ оброблення проводилось тільки другим ступенем і температурний стан визначався тільки тепловим джерелом $q_{екв2}$ (рис. 2в). Початкові умови для першого кроку навантаження: $\Theta_0(x, y, 0) = \Theta_0$, де Θ_0 – температура навколишнього середовища. За початкові умови для наступних кроків приймалися результати попереднього кроку. Оскільки при визначенні температури від дії двох теплових джерел, справедливий принцип суперпозиції [2], температурний стан у повздовжньому перерізі втулки у довільний момент часу був отриманий як сума температурних станів в даний момент часу від дії двох теплових джерел:

$$\Theta(x, y, t) = \Theta_1(x, y, t) + \Theta_2(x, y, t),$$

де $\Theta_1(x, y, t)$, $\Theta_2(x, y, t)$ – розподіл температур у повздовжньому перерізі від дії першого та другого теплового джерела.

Враховуючи, що теплові джерела рознесені вздовж осі на відстань a_{1-2} , що відповідає інтервалу часу функціонування в заданому перерізі $\Delta t = a_{1-2}/V_n$, температуру у довільній точці повздовжнього перерізу де-

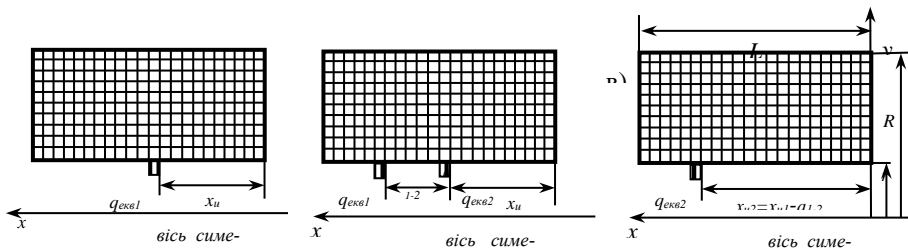


Рис.2 Етапи теплового навантаження під час оброблення отворів двоступеневим осьовим інструментом:

$$a) 0 \leq t \leq a_{1-2}/V_n; \quad б) a_{1-2}/V_n \leq t \leq L/V_n; \quad в) a_{1-2}/V_n \leq t \leq (L + a_{1-2})/V_n$$

талі в масштабі часу першого та другого теплового джерела t_1 і t_2 можна визначити як:

$$\Theta(x, y, t_1) = \Theta_1(x, y, t_1) + \Theta_2(x, y, t_1 - a_{1-2}/V_n),$$

$$\Theta(x, y, t_2) = \Theta_1(x, y, t_2 + a_{1-2}/V_n) + \Theta_2(x, y, t_2),$$

або:

$$\Theta(x, y, t_1) = \Theta_1(x, y, t_1) + \Delta\Theta_{1-2}(x, y, t_1),$$

$$\Theta(x, y, t_2) = \Delta\Theta_{2-1}(x, y, t_2) + \Theta_2(x, y, t_2),$$

де параметри

$$\Delta\Theta_{1-2}(x, y, t_1) = \Theta_2(x, y, t_1 - a_{1-2}/V_n),$$

$$\Delta\Theta_{2-1}(x, y, t_2) = \Theta_1(x, y, t_2 + a_{1-2}/V_n)$$

враховують вплив сусіднього теплового джерела на температурне поле діючого теплового джерела.

На рис. 3 наведена діаграма розподілу температур у повздовжньому перерізі на поверхні деталі, попередній аналіз якої показує, що вплив наступного теплового джерела на температурне поле попереднього мінімальний.

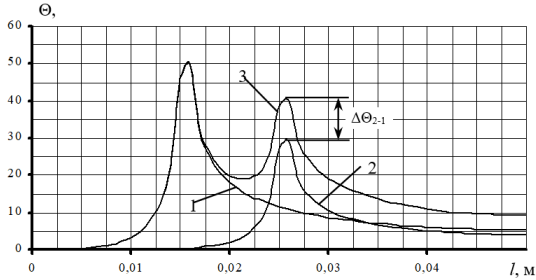


Рис. 3 Розподіл температур у повздовжньому перерізі деталі на поверхні отвору від двох теплових джерел:
 1) від першого теплового джерела; 2) від другого теплового джерела;
 3) сумарний розподіл температур

Це пояснюється тим, що зона різання першого ступеня віддаляється від зони різання другого ступеня зі швидкістю подачі V_n . У той же час вплив прирощення $\Delta\Theta_{2-1}$ попереднього теплового джерела на температурне поле наступного може бути значним й навіть порівняним з власною температурою теплового джерела, що може суттєво впливати на точність оброблення отворів на другому ступені. Доля прирощення температури в зоні різання другого ступеня за рахунок тепловиділення на першому ступені може досягати 85 % [1].

В результаті досліджень була розроблена чисельна математична модель розповсюдження температурних полів у повздовжньому перерізі втулки під час оброблення отвору двоступеневим осьовим інструментом. Встановлено, що дана модель розповсюдження температурних полів є основою для створення комплексної моделі розвитку теплових процесів під час оброблення отворів комбінованим інструментом, в якій потрібно враховувати розподіл тепла в інструменті та вторинний перерозподіл тепла між інструментом та деталлю.

Література:

1 Татьяначенко А. Г. Особенности развития тепловых процессов при чистовой обработке отверстий комбинированным осевым инструментом / А.Г. Татьяначенко, И.Н. Лаппо // Вісник СевНТУ: зб. наук. пр. – Севастополь: СевНТУ, 2013. – Вип. 140/213. – Серія: Машиноприладобудування та транспорт. – С. 178-183.

2 Резников А. Н. Теплофизика процессов механической обработки материалов [Текст] / А. Н. Резников. – М.: Машиностроение, 1981. – 279 с.

БЕЗПЕКА ПУСКУ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ ПРИ ВИКОРИСТАННІ СТАРТОВОЇ ГУМОВОЇ КАТАПУЛЬТИ

*О.О. Саутін, С.В. Рудніченко, М.М. Геращенко, М.О. Солодчук
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Україна*

Безпілотні літальні апарати в даний час надають різноманітні можливості для підрозділів Збройних Сил України з ведення повітряної розвідки, спостереження і рекогносцировки, тактичної авіаційної підтримки, забезпечуючи, майже в реальному часі, виконання завдань з повітряної розвідки, спостереження, цілевказання і корегування вогню артилерії. Проте використання БПЛА за прямим функціональним призначенням призводить до виникнення ряду проблем, одна з основних яких – безпека при пуску БПЛА.

В більшості БПЛА для здійснення вдалого пуску використовується комплект стартової гумової катапульти БПАК. Такі пришвидшувачі, наприклад, є у складі безпілотних авіаційних комплексів “Фурія А1-СМ”, “Лелека-100”, “Spectator-М”. Для успішного пуску БПЛА, натяг гумового пришвидшувача повинен мати необхідну силу. При недостатній силі натягу пришвидшувача, БПЛА під час пуску не набере необхідної швидкості для зльоту. При силі натягу пришвидшувача, більшій за необхідну, існує небезпека його розриву та травмування особового складу. Особливо цей процес необхідно контролювати при здійсненні навчання зовнішніх пілотів (операторів) безпілотних авіаційних комплексів для набуття ними навичок та відчуття необхідної сили натягу.

Для рішення цього питання необхідно дистанційно стежити за силою натягу гумового пришвидшувача в реальному часі. Для чого необхідно використовувати сучасні методи передавання інформації за допомогою, наприклад, локальних мережевих зон передачі цифрових потоків даних по радіоканалах.

Використовуючи резиновий пришвидшувач з електронним динамометром є можливість додавання модулю, який зможе передавати інформацію про силу натягу за технологією бездротової локальної мережі Wireless Fidelity на мобільний пристрій – телефон або планшет.

Відповідне нововведення дозволить контролювати силу натягу гумового пришвидшувача під час зльоту літального апарату як при навчанні зовнішніх пілотів (операторів) в навчальних центрах так і при виконанні завдань.

Література

1 Проблеми бойового застосування підрозділів РВіА СВ за досвідом АТО. Матеріали науково-практичної конференції, 17-18 грудня 2014 року: тези доповідей. – Львів: АСВ, 2014.

2 Звід авіаційних правил України. АПУ 3. Експлуатація повітряних суден. Порядок збирання та практичного використання інформації бортових систем реєстрації на підприємствах цивільної авіації України. – К.: Міністерство транспорту України, 1996. – С.2-7.

3 Вимоги НАТО з гарантування якості до постачальників авіаційної, космічної та оборонної продукції: ДСТУ STANAG 4107 : 2019 (STANAG 4107 Ed : 11/AQAP-2310Ed.DVer. 1, IDT).

4 Пивоваров В.А. Повреждаемость и диагностирование авиационных конструкций. – М.: Транспорт, 1994.

5 Руководство по испытаниям авиационной техники. Часть 4. Испытания бортового оборудования летательных аппаратов и снаряжения их экипажей. Испытания систем сбора и обработки полетной информации. – М.: Воениздат, 1984. – Выпуск 42.

УДК 623.4.018

СУЧАСНІ МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ВИПРОБУВАННЯХ СПЕЦІАЛЬНОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

В.М. Чуприна

Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Україна

Випробування займають важливе місце в життєвому циклі будь-якої сучасної техніки. Вони є невід’ємною складовою технологічного процесу виготовлення і модернізації технічних об’єктів, зокрема озброєння та військової техніки (ОВТ) і техніки особливого призначення. Випробування здійснюються для забезпечення силових структур держави якісною технікою. В Україні головною спеціалізованою установою з проведення випробувань військової і спеціальної техніки визначено Державний науково-дослідний інститут випробування і сертифікації ОВТ (ДНДІ ВС ОВТ).

Випробуванню підлягають усі зразки нової та модернізованої техніки, яка приймається на постачання в Збройні Сили України (ЗСУ) і інші силові структури держави, зокрема спеціальні автомобілі. В основному випробування поділяються на попередні (заводські) випробування, визначальні відомчі випробування та державні випробування.

Мета випробувань – визначення та оцінка відповідності бойових, технічних і експлуатаційних характеристик представлених зразків спецтехніки вимогам замовника. В зв'язку з наближенням військових стандартів України до стандартів НАТО в ДНДІ ВС ОВТ реалізується поступовий перехід на схеми випробувань та сертифікації озброєння і військової техніки, які прийняті в країнах Заходу.

Випробування об'єктів можуть проводитись експериментальним методом - шляхом натурних випробувань об'єкту в певних умовах функціонування з метою його вивчення або моделюванням об'єкту - шляхом складання математичної (числової) моделі, як аналога об'єкта, та її вивчення при функціонуванні та імітації різноманітних впливів [1].

Використання математичного та імітаційного моделювання дозволяє перенести реальні випробування у віртуальне середовище. При цьому можна значно розширювати кількість параметрів моделювання і задавати різноманітні моделі впливу на об'єкт (іноді навіть за межами реальних можливостей). Це дозволяє суттєво скоротити терміни випробувань і зменшити загальні витрати на випробування. Як правило, в процесі випробувань результати математичного та імітаційного моделювання спецтехніки підтверджуються експериментально (тому що критерієм істини завжди є практика). При цьому абстрактні моделі можливості максимально уточнюють і конкретизують, що є запорукою підвищення їх адекватності. Часто застосовують комбінований розрахунково-експериментальний метод, де частина вихідних параметрів визначається розрахунком (моделюванням), а частина - експериментальним шляхом, наприклад, при випробуваннях автомобілів.

В ДНДІ ВС ОВТ на протязі останніх років проводились випробування різних типів спеціалізованих автомобілів: КрАЗ “Shrek”, КрАЗ “Feona”, “Барс-8”, “Козак” (ряд модифікацій), “Renault Sherpa Light Scout”, “Новатор”, “Онцілла”, “Дозор-Б”, “Тритон”, “Варта” і багато інших. Для цих автомобілів спеціалістами ДНДІ ВС ОВТ розроблені Програми і Методики випробувань, які містять основні перевірки і оцінки різноманітних показників: міцності, надійності, прохідності, динамічності, потужності системи електропостачання, показників технічного обслуговування та ремонту, показників метрологічного забезпечення і ергономіки, наявності і повноти робочої конструкторської та експлуатаційної документації, складу зразка, масових та габаритних параметрів, відповідність маркування, фарбування і зовнішнього вигляду поверхонь покриття вимогам керівних документів, комплектність запасних частин і інших показників. Окрім загальних показників в програми випробувань включають перевірки додаткових показників і характеристик, заявлених в тактико-технічних завданнях на спеціальні автомобілі.

Також виконується оцінка показників спеціального обладнання, яке встановлене на автомобіль за призначенням. Наприклад, для автомобілів-амфібій виконуються перевірки плавучості і герметичності, для автомобілів-кранів – перевірки на максимальну вантажопідйомність, для автомобілів-екскаваторів або землерийних машин – перевірки на максимальні робочі навантаження і т.п.

Для автомобілів, які призначені для перевезення особового складу (“Козак”, “Новатор”, “Барс-8” і інші), обов’язковою є перевірка кузова (бронекapsули) на міцність при перекиданні автомобіля для забезпечення необхідного остаточного обсягу життєвого простору для екіпажу та особового складу (згідно Правил №66 ЄЕК ООН) [2]. Звично ці показники оцінюються розрахунковим шляхом при математичному чи імітаційному моделюванні конструкцій в пакетах програм (MathCAD, MatLab, MAPLE) та інженерних пакетах САПР (ANSYS, LC-Дуна, CATIA, SolidWorks Simulation і інших).

Практично усі броневих автомобілі військового призначення проходять балістичні випробування для оцінки протикульної стійкості шляхом обстрілу їх корпусів (кабін) набоями калібру 5.45, 7.62 з різної стрілецької зброї (АК-74, ПКМ, СВД). Крім того вони перевіряються на вибухостійкість при підриві заряду за стандартами НАТО STANAG-4569 [3]. Моделювання вибухів здійснюється в програмах типу LC-Дуна. Для підтвердження аналітичних розрахунків і результатів моделювання іноді автомобілі піддають натурним випробуванням з реальним підривом зарядів. Наприклад, для броневих автомобіля “Козак” здійснювався реальний вибух заряду фугасної дії з масою тринітротолуолу 6 кг в різних місцях закладення заряду (під колесом і днищем автомобіля) згідно STANAG-4569 Level 2b. При цьому за допомогою спеціальної реєструючої апаратури визначався вплив параметрів вибухової хвилі на сам автомобіль, а також на екіпаж і особовий склад, які імітувались манекенами.

За результатами випробувань складаються протоколи з оцінки кожного показника об’єкта випробування, передбаченого програмою випробувань та заключний акт по випробуванням. В заключному висновку надаються рекомендації замовнику щодо подальшого допуску об’єкта випробування до експлуатації в ЗСУ чи інших силових структурах.

Таким чином, проведення випробувань спеціальних автомобілів із застосуванням сучасних методів моделювання значно підвищує їх ефективність та забезпечує необхідну якість військової техніки і техніки спеціального призначення, що надходить до силових структур держави.

Література

1 Dmytriyev V.A., Chupryna V.M., Chimbanga E.K. Modern Methods of Modelling in Testing and Certification of Special Technique // Математичне та імітаційне моделювання систем: Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції "МОДС 2018", 25-29 червня 2018 року. – м. Київ – с. Жукін: ЧНТУ, 2018. – С.376-378.

2 Чуприна В.М. Імітаційне моделювання міцності капсули спеціального броньованого автомобіля // Створення та модернізація озброєння і військової техніки в сучасних умовах: Збірник матеріалів XIX науково-технічної конференції ДНДІ ВС ОБТ, 5-6 вересня 2019 року. – Чернігів: ДНДІ ВС ОБТ, 2019 – С.284.

3 STANAG-4569. Вікіпедія. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/STANAG_4569.

УДК 629.734.7

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПОВІТРЯНОГО ДЕСАНТУВАННЯ З МЕТОЮ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПАРАШУТНИХ СИСТЕМ

В.Г. Шапоренко, В.А. Дмитрієв

Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Чернігів, Україна

Проблема комплексних оцінок парашутних систем (ПС) для повітряного десантування (ПД) парашутистів і вантажів (ПіВ) виникає у ході випробувань або при прийнятті рішень про закупівлю і постачання ПС. При цьому основними питаннями є узагальнена оцінка властивостей (характеристик) ПС, її придатності до виконання завдань за призначенням та економічна доцільність. В основі рекомендацій або рішень полягають особисті думки членів комісій або окремих посадових осіб, які на підставі порівняння окремих характеристик (на рівне "відповідає – не відповідає", "краще – гірше") за особистим досвідом складають загальну оцінку ПС у цілому. Такий підхід не виключає певного елементу суб'єктивності, упередженості та залежності оцінки. Тому постає актуальна задача – визначення кількісної комплексної оцінки ПС – ефективності застосування (ЕЗ), яка б узагальнювала усі характеристики та визначала відповідність ПС її функціональному призначенню.

В основі визначення показника ЕЗ ПС полягає процес моделювання її застосування, кінцевою метою якого є визначення імовірності вирі-

шення типових задач ПД із збереженням властивостей ПіВ. У такий постановці процес вирішення типової задачі ПД складається з наступних етапів: доставка ПіВ у район ПД; вихід повітряного судна в розрахункову точку скидання ПіВ; власно ПД вантажу. Аналіз процесів виконання цих етапів та їх взаємозв'язку з характеристиками ПС дозволили виділити дев'ять найбільш впливових на їх успішне виконання факторів:

а) на першому етапі:

1 надійність повітряного судна (імовірність відсутності за час польоту до району ПД несправностей та відмов, які можуть привести до невиконання польотного завдання). Взаємозв'язок із характеристиками ПС – обмежений перелік типів повітряних суден, дозволених до ПД із застосуванням ПС того чи іншого типу;

2 можливість подолання повітряним судном метеорологічних та інших перешкод без наслідків для виконання ПД. Як відмічене вище, тип ПС визначає тип повітряного судна. Крім цього, такі характеристики ПС, як діапазон припустимих швидкостей та висот застосування, власна горизонтальна швидкість ПС, можуть суттєво вплинути на віддалення виконання ПД від заданої точки приземлення ПіВ та виключити необхідність входу повітряного судна в зону дії неблагоприятних метеорологічних та інших умов;

3 збереженість властивостей ПС за час та в умовах польоту повітряного судна до району ПД;

б) на другому етапі:

1 рішення задачі визначення розрахункової точки десантування (РТД) ПіВ з урахуванням характеристик повітряного судна конкретного типу та фактичних (на момент ПД) режимів польоту і умов зовнішнього середовища;

2 точність виходу повітряного судна в РТД ПіВ;

в) на третьому етапі:

1 надійність ПС;

2 скритність ПД (за необхідності), яка залежить від помітності ПС, а також метеорологічних умов та часу доби, при яких дозволено виконання польотів повітряного судна та застосування ПС того чи іншого типу, способів ПД тощо;

3 точність приземлення ПіВ на майданчик визначених розмірів;

швидкість приземлення ПіВ.

Для кожного фактору з урахуванням відомостей, наведених в [1-10] запропоновані математичні та імітаційні моделі їх кількісного визна-

чення у вигляді імовірності благоприємного впливу на процес ПД, а загальний показник ЕЗ запропоновано визначати як добуток цих імовірностей.

Для перевірки адекватності моделі були проведені розрахунки ЕЗ ПС типу ДПС (застаріла) та Статус-СН (сучасна) – для однакових типових способів застосування та Статус-СН – для різних способів застосування (НАЛО – велика висота десантування і мала висота розкриття ПС, НАНО – велика висота десантування і велика висота розкриття ПС). Результати розрахунків наведені в таблиці.

Тип ПС	Спосіб ПД	Показник ЕЗ
ДПС	Типовий	0,53
Статус-СН	Типовий	0,74
Статус-СН	НАЛО	0,83
Статус-СН	НАНО	0,91

Порівняння результатів розрахунків показує, що ЕЗ ПС типу Статус-СН майже на 40% вище ЕЗ ПС типу ДПС при однакових способах застосування ПД, а найбільша ЕЗ ПС Статус-СН досягається при застосуванні способу ПД НАНО. Результати розрахунків повністю відповідають логічним міркуванням та практиці застосування ПС, що свідчить про адекватність запропонованої моделі визначення ЕЗ ПС та доцільність її застосування на практиці.

Література

1 Справочник летчика и штурмана / Под ред. В.М. Лавского. – М.: Воениздат, 1974. – 512 с.

2 Пособие по самолетовождению и десантированию для летного состава военно-транспортной авиации. – М.: Воениздат, 1969. – 328 с.

3 Иванов, П.И. Летные испытания парашютных систем / П.И. Иванов. – Феодосия: Гранд-С, 2001. – 332 с.

4 Дмитрієв В.А. Методика визначення рівня безпеки приземлення десантників в межах майданчика заданих розмірів / В.А. Дмитрієв // Системи озброєння і військова техніка. – Харків: ХУПС ім. Івана Кожедуба, 2014. – №3 (39). – С. 28-32.

5 Дослідження щодо удосконалення методики підготовки та правил виконання у Збройних Силах України стрибків з плануючими парашутними системами / Звіт про НДР шифр "Крило" / І.В. Иванов, А.В. Панфілов, І.М. Сила і ін. – Феодосія: ДНВЦ ЗС України, 2013. – 318 с.

6 Льотні дослідження особливостей виконання стрибків з парашутом з великих висот та на дальність для виконання тактичних завдань:

Звіт про НДР шифр "Еверест" / І.В. Іванов, А.В. Панфілов, І.М. Сила і ін. – Чернігів: ДНВЦ ЗС України, 2016. – 463 с.

7 Дмитрієв, В.А. Обґрунтування показників безпеки приземлення особового складу при парашутному десантуванні / В.А. Дмитрієв // Системи озброєння і військова техніка. – Харків: ХУПС ім. Івана Кожедуба, 2013. – №2 (34). – С. 77-80.

8 Дмитрієв В.А. Обґрунтування показників безпеки приземлення військової техніки і вантажів при парашутному десантуванні / В.А. Дмитрієв // Системи озброєння і військова техніка. – Харків: ХУПС ім. Івана Кожедуба, 2013. – №3 (35). – С. 86-90.

9 Акт №02/97103-004 по державним спільним випробуванням десантної парашутної системи ДПС. – Феодосія: ДАНВЦ ЗС України, 2003. – 171 с.

10 Акт №19/10102-006 державних випробувань системи парашутної спеціального призначення "Статус-СН". – Феодосія: ДНВЦ ЗС України, 2012. – 469 с.

СЕКЦІЯ 5
СУЧАСНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОГО ТА
ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ В
УПРАВЛЕНІ ПРОЕКТАМИ

МОДЕЛЮВАННЯ СТРАТЕГІЙ НАРАХУВАННЯ БОНУСІВ СПІВРОБІТНИКАМ КОМПАНІЇ

А.В. Казмірчук, М.О. Сперкач, О.Г. Жданова
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

Актуальність теми дослідження. Успіх будь-якої компанії залежить від команди – її професіоналізму, якості та ефективності роботи. Саме тому в багатьох успішних компаніях значна увага приділяється розробці системи мотивування співробітників. Система мотивування дозволяє налагодити роботу команди у вигляді, необхідному для досягнення стратегічних цілей компанії. Бонусні системи набувають широкої популярності серед сучасних компаній, оскільки таким чином вдається утримувати талановитих спеціалістів, створити позитивний настрій всередині колективу та встановити високий рівень виконавчої дисципліни.

Постановка проблеми. Впровадження стратегії бонусної мотивації дуже часто не виправдовує сподівань. Компанії стикаються з проблемою неефективності впроваджених бонусних систем. Розробка правильної стратегії потребує глибоких досліджень для того, щоб бути вигідною для компанії та співробітників одночасно.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Тема вибору системи мотивування співробітників активно досліджується. Їй присвячено багато статей і публікацій. Зокрема, у роботі [1] досліджується наскільки різні елементи бонусного плану підвищують продуктивність працівників у сфері продажів. Стаття із журналу «Фінансовий директор» [2] висвітлює типові помилки створення мотиваційної системи, ілюструючи прикладами із реального досвіду компаній.

Постановка задачі. **Визначити ефективну стратегію нарахування бонусів, із врахуванням мети, до якої прагне керівництво компанії та мети, до якої прагнуть співробітники.** Метою керівництва компанії є максимізувати кількість виконаних завдань співробітниками за визначений період часу. Метою співробітника є максимізувати суму бонусів за визначений період часу.

Зазвичай бонуси нараховуються за виконані завдання і для того, щоб обрати найкращу стратегію мотивування співробітників, необхідно визначити розклад виконання завдань, при якому вдасться задовольнити потреби керівництва компанії та співробітників.

Математична постановка задачі. Задано множину робіт $J = \{1, 2, \dots, j, \dots, n\}$ і множину виконавців $M = \{1, 2, \dots, i, \dots, m\}$. Кожна заявка може оброблятися будь-яким виконавцем. Передбачається, що виконавці мають різну швидкість виконання робіт. Якщо $v_i > 0$ – швидкість i -го виконавця, то тривалість виконання j -ої роботи цим виконавцем наступна:

$$p_{ij} = \frac{p_j}{v_i}. \quad (1)$$

Для j -ї роботи задано пріоритет $w_j > 0$, r_j – час надходження роботи в систему та вартість $b_j > 0$, $j = 1, 2, \dots, n$. Нехай C_j – момент завершення роботи j , $C_j - r_j$ – час перебування роботи в системі, $C_{\max} = \max_j \{C_j\}$ – максимальний момент завершення робіт (момент завершення останньої роботи), $\sum_j b_j$ – загальна вартість усіх робіт, тоді середня вартість робіт, завершених виконавцем за одну годину обчислюється наступним чином:

$$\bar{B} = \frac{\sum_j b_j}{m C_{\max}}. \quad (2)$$

Критерій 1. Необхідно скласти розклад виконання робіт при якому досягає максимуму середня вартість \bar{B} робіт, виконаних за одну годину. Оскільки величини m та $\sum_i b_j$ є константами, тобто не залежать від упорядкування, то задача $\bar{B} \rightarrow \max$ зводиться до задачі мінімізації максимального часу завершення робіт:

$$C_{\max} \rightarrow \min. \quad (3)$$

Критерій 2. Необхідно скласти розклад виконання робіт при якому досягає мінімуму середньозважений час перебування робіт в системі:

$$\sum_j^n w_j (C_j - r_j) \rightarrow \min. \quad (4)$$

Оскільки, $\sum_j^n w_j(C_j - r_j) = \sum_j^n w_j C_j - \sum_j^n w_j r_j$, а $\sum_j^n w_j r_j \in \text{констан-}$
тою, то задача (4) зводиться до задачі з наступним критерієм:

$$\sum_j^n w_j C_j \rightarrow \min. \quad (5)$$

Властивості задачі та алгоритми її розв'язання

Маємо багатокритеріальну задачу оптимізації розкладу. Для розв'язання задачі багатокритеріальної оптимізації в контексті побудови розкладів можна використати жадібний алгоритм [3] або генетичний алгоритм [4].

Жадібний алгоритм. Для побудови початкового розкладу виконання робіт за критерієм 1 необхідно впорядкувати роботи в порядку зростання тривалостей $p_1 < p_2 < \dots < p_j < \dots < p_n$. Після цього розподілити роботи між виконавцями наступним чином: 1-ша робота для 1-го виконавця, 2-га робота для 2-го виконавця і т.д.

Для побудови початкового оптимального розкладу виконання робіт за критерієм 2 необхідно впорядкувати роботи в порядку спадання відношень пріоритету роботи до її тривалості:

$$\frac{w_1}{p_1} > \frac{w_2}{p_2} > \dots > \frac{w_j}{p_j} > \dots > \frac{w_n}{p_n}.$$

Генетичний алгоритм

Для задачі складання розкладу з використанням паралельних машин пропонується кодувати хромосоми у вигляді $m \times n$ біт. Наприклад, для 3 машин і 5 робіт хромосома матиме 15 біт. Приклад наведено в Таблиці 1.

Таблиця 1

j1					j3	j5				j4		j2		
----	--	--	--	--	----	----	--	--	--	----	--	----	--	--

Для операції схрещування використовується PBX (position based crossover) оператор. Для цього генерується маска у вигляді бінарного рядка. Для першого нащадка обираються значення позицій з першої батьківської хромосоми, для яких значення маски рівне «1». Після цього позиції, що лишилися, заповнюються значеннями з другої батьківської хромосоми, що не повторюються, в порядку зліва-направо. Аналогічно формується другий нащадок. Приклад наведено в Таблицях 2-4.

Таблиця 2

p 1	j5	01	02	03	0 4	j4	j1	05	06	07	j2	j3	0 8	0 9	1 0
p 2	j4	j5	j2	01	0 2	j3	03	04	05	06	j1	07	0 8	0 9	1 0

Таблиця 3

mask	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1
------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Таблиця 4

ch 1	j5	0 1	j 4	j2	0 4	0 2	j3	0 5	0 3	0 7	0 6	j1	0 8	0 9	1 0
ch 2	j5	0 2	j 2	0 1	0 4	j3	0 3	j4	0 5	0 6	j1	0 7	0 8	0 9	1 0

Для операції мутації використовується метод обміну. За цим методом випадковим чином обираються 2 гени і обмінюються своїми позиціями.

Висновки

Побудовано математичну модель задачі підвищення ефективності роботи співробітників компанії. Для розв'язку задачі пропонуються жадібний та генетичний алгоритми. Розв'язок поставленої задачі запропонованими алгоритмами дозволить отримати розклади виконання завдань, що допоможуть визначити ефективну стратегію нарахування бонусів із врахуванням цілей компанії та співробітників.

Література

1. Chung D. Do Bonuses Enhance Sales Productivity? A Dynamic Structural Analysis of BonusBased Compensation Plans. Harvard Business School: веб-сайт. URL:

https://www.hbs.edu/faculty/Publication%20Files/11-041_078c27e5-110c-4029-8576-108139a05b77.pdf. (дата звернення: 22.04.2020).

2. Данилова О. Типові помилки при створенні системи мотивації. Фінансовий директор: веб-сайт. URL: https://www.cfin.ru/management/people/motivation/motivation_mistakes.shtml. (дата звернення: 20.04.2020).

3. Жадібні алгоритми: веб-сайт. URL: <http://www.williamspublishing.com/PDF/5-8459-0857-4/part.pdf>. (дата звернення: 15.04.2020).

4. Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Генетичні алгоритми / за ред. В.М. Курейчика. 2-ге вид., переробл. і допов. ФІЗМАТЛІТ, 2006. 320 с.

УДК 007.51

МОДЕЛЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ У ПРОЦЕСАХ УПРАВЛІННЯ ЖИТТЄВИМ ЦИКЛОМ СИСТЕМ (ЕСКІЗ ФОРМАЛЬНОГО ПІДХОДУ)

О. В. Малишев

Інститут проблем математичних машин і систем НАН України

Застосування метафори «життєвий цикл» до складних артефактів, що зазвичай іменуються «системами», є цілком виправданим, хоча б тому, що кожна система, як і жива істота, також проходить певні стадії свого існування – від її ментального образу (задуму), через свою інформаційну модель, її реалізацію, впровадження, практичне використання і до цивілізованого (або не зовсім) вилучення її з обігу. І цей життєвий цикл – життєвий цикл системи (ЖЦС) – з усіх точок зору доцільно і варто розглядати як об'єкт управління. У наш час діяльність з управління ЖЦС може спиратись на відповідні нормативні документи – це, у першу чергу, міжнародні стандарти ISO (ISO/IEC/IEEE), безпосередньо присвячені проблематиці управління ЖЦС, зокрема, системами програмного забезпечення. Частина з них уже набула статус державних стандартів України (ДСТУ). У зв'язку з узятим Україною курсом на членство в НАТО ця частина нормативного поля поступово підкріплюється прийняттям до уваги продукції Бюро Стандартизації НАТО (NATO Standardization Office - NSO), а саме документів категорії «Allied Administrative Publication» (AAP). Ці нормативні документи можна розглядати як певні мета-моделі (або навіть мета-мета-моделі) діяльності у визначеній предметній області. Наразі не можна сказати, що ці напрацювання в Україні затребувані і використовуються на практиці належним чином. Більше того, глибоке усвідомлення важливості регуляризації діяльності з управління ЖЦС, на наш погляд, ще залишається у майбутньому. А що як це майбутнє раптово наблизиться? Чого від нього слід чекати? Пошуки відповіді на це питання не можуть обійтись без умоглядного моделювання прийдешніх подій. Припустимо, що управління ЖЦС буде відбуватись на основі формального підходу – послідовному використанні нормативних документів. Спробуємо ескізно окреслити деякі перспективи його реалізації.

Зрозуміло, що в центр нашої уваги потрапляє свідомо побудова і використання певної сукупності (системи) взаємопов'язаних інформаційних моделей діяльності. Гранічно спрощуючи ситуацію, будемо розрізняти умовні «нижній» (базовий, проблемний) і «верхній» (управлінський) рівні (шари) системи моделей.

Базовий шар складатиме індивідуальна для системи конструкція, основними «будівельними блоками» якої стануть 1) стадії, 2) процеси та 3) інформаційні елементи (документація) ЖЦС.

Типова номенклатура стадій ЖЦС, яку пропонують згадані нормативні документи є наступною: concept (концепція), development (розроблення), production (виробництво), utilization (використання), support (підтримання), та retirement (утилізація) [1, 2]; загалом 6 стадій. Для деякого це може стати несподіванкою, але стандарти допускають відхилення (з певного моменту) від наведеної «природної» послідовності стадій і появу «циклів» [3]. Тобто фактично в ЖЦС стадій може бути більше 6.

Типова номенклатура процесів складається з 30 процесів, поділених на 4 групи [1, 2] – див. табл. 1.

Таблиця 1. Групи процесів.

Група	Назва групи процесів мовою		Кількість у групі
	англійською	українською	
1	Agreement processes	Процеси угоди	2
2	Organizational project-enabling processes	Процеси організаційного забезпечення проекту	6
3	Technical management processes	Процеси технічного управління	8
4	Technical processes	Технічні процеси	14
Усього:			30

Типова номенклатура інформаційних елементів (документації), що можуть бути задіяні в ЖЦС, наведена в [4] і налічує 94 позиції.

Масштаби управлінського шару моделі визначатимуться кількістю взятих до уваги об'єктів управління, кожний з яких потребуватиме розроблення, впровадження і використання відповідного контуру управління. Виходячи з викладеного, повноправними кандидатами на роль об'єктів управління є 6 стадій та 30 процесів (ми тут проігноруємо той факт, що 10 з них є процесами управління). Але це ще не все. В [4] є

доволі багато входжень словосполучень на кшталт «<сутність> management». Навіть якщо відкинути думку, що це виражає певну свідому позицію авторів стандарту, склад цих сутностей привертає увагу, і видається доцільним додати також ці сутності до нашого списку, за винятком тих, що співпадають з об'єктами згаданих вище управлінських процесів. Таких сутностей налічується 22 – див. табл. 2.

Таблиця 2. «Додаткові» потенційні об'єкти управління.

	Потенційний об'єкт управління – назва мовою	
	англійською	українською
1.	asset	актив
2.	capacity	спроможність
3.	change	зміна
4.	complaint (record)	скарга (запис)
5.	content	контент
6.	database	база даних
7.	deployment	розгортання
8.	document	документ(ація)
9.	emergency changes	надзвичайна зміна
10.	emergency releases	надзвичайний випуск
11.	incident (service request)	інцидент (запит на послугу)
12.	incident record	запис щодо інциденту
13.	information security	інформаційна безпека
14.	lifecycle process	процес життєвого циклу
15.	problem	проблема
16.	record	запис
17.	release	випуск
18.	service	послуга
19.	service request	запит на послугу
20.	subcontractor	субпідрядник
21.	supplier	постачальник
22.	systems engineering	системний інжиніринг

Отже, в результаті отримано $6 + 30 + 22 = 58$ кандидатів на роль об'єкта управління та відповідно стільки ж потенційних контурів управління, що чекатимуть на створення і впровадження свої моделі.

Стислий перелік видів діяльності, через здійснення яких реалізуватиметься формальний підхід, без претензії на його повноту можна представити таким чином:

1 розроблення критеріїв переходу з однієї стадії ЖЦС в іншу;

2 як обґрунтований відбір для кожної стадії «потрібних» процесів, інформаційних елементів і контурів управління, так і обґрунтована відмова від «непотрібних»;

3 налаштування модельних описів процесів та інформаційних елементів на умови конкретного ЖЦС;

4 розроблення моделей конкретних контурів управління;

5 виявлення і врахування суттєвих взаємозв'язків між окремими контурами управління;

6 ідентифікація типових критичних подій, реакція на які потребуватиме перегляду і актуалізації моделей;

7 планування заходів щодо виявлення критичних подій та чітка регламентація реакцій на них;

8 визначення складу учасників ЖЦС і зацікавлених осіб, їх обов'язків, прав та відповідальності;

9 своєчасне і вичерпне інформування учасників ЖЦС і зацікавлених осіб у межах їх компетенції;

10 ретельне документування (протоколювання) усього процесу управління ЖЦС.

Ця специфічна діяльність потребуватиме навчання та кропіткої праці висококваліфікованих фахівців з використанням спеціально розробленого інформаційно-технологічного інструментарію.

Важливою складовою управлінської моделі також є модель витрат на життєвий цикл з управлінням ним включно (Life Cycle Cost – LCC [5]). Безсумнівно, що ці витрати за умови використання формального підходу значно зростуть. І тут постає чи не головне питання: чи є сенс «ставати на рейки» формального підходу?

Сьогодні, знаходячись на початку шляху, ми не здатні аргументовано і остаточно відповісти на це питання. Але навіть якщо ми пройдемо цим шляхом досить далеко, і наші дорожні записи (протоколи діяльності) дадуть нам точні дані щодо витрат на створення і використання моделей, все одно залишиться невизначеність, оскільки зараз ми просто не знаємо, скільки коштує нам фактичне використання неформального підходу, і що (скільки) ми втрачаємо від недостатньої керованості ЖЦС.

Література

1. International Standard ISO/IEC/IEEE 15288 First edition 2015-05-15 Systems and software engineering — System life cycle processes. - 118 p.

2. ДСТУ ISO/IEC/IEEE 15288:2016 (ISO/IEC/IEEE 15288:2015, IDT) Інженерія систем і програмного забезпечення. Процеси життєвого циклу систем. – Київ, ДП «УкрНДНЦ», 2018. – 90 с.

3. Technical Report ISO/IEC TR 24748-1 First edition 2010-10-01 Systems and software engineering — Life cycle management — Part 1: Guide for life cycle management. - 86 p.

4. International Standard ISO/IEC/IEEE 15289 Third edition 2017-06 Systems and software engineering — Content of life-cycle information items (documentation). - 98 p.

5. NATO Standard AAP-20 NATO Programme Management Framework (NATO Life Cycle Model) Edition C Version 1 October 2015. – 78 p.

UDC 303.094:353.5

MODEL FOR CALCULATION OF MANAGEMENT EFFICIENCY FOR HIGH STAFF OFFICERS

O.M. Khoshaba, L.O. Nikiforova, A.A. Shyian
Vinnitsia National Technical University

Let's describe the typical daily activities of a High Staff Officers (HSO). HSO receives a certain number of requests for decisions during the day. These requests come to him randomly at unequal intervals. HSO processes the request for a certain amount of time. This time is also random, because the duration of request processing and decision-making is influenced by a large number of factors, some of which are stochastic and unpredictable. Then the HSO moves on to the next query, and everything repeats itself over and over again.

Mathematically, the above procedure can be described using the following indicators of operations research, specifically in frame of queuing theory be the steady state equations for birth-and-death processes [1].

Queries to HSO are a random process, which is Poisson and which is characterized by the average time between individual queries $t_1=1/\lambda$. Here λ is the intensity of requests (i.e. the number of requests per unit time, for example, the number of requests per 1 hour).

Query processing is a random process, which is also Poisson and is characterized by the average duration of query processing by HSO $t_2=1/\mu$.

In order for HSO to be able to process all the requests that have reached him, the following inequality must be met

$$\frac{t_2}{t_1} < 1. \quad (1)$$

Inequality (1) determines that, on average, the query is processed by HSO faster than a new query. In this case, there is always a stationary steady state.

Now let's to find the appropriate values of the average time between queries receipt and average time of one query processing by HSO. For this purpose the corresponding timing is carried out.

The duration of the measurements must be long enough. For example, in the HSO activities can be seen weekly, monthly, quarterly (seasonal) and annual changes. They are manifested both in changes in the characteristic (average in this case) time between the receipt of queries by HSO, and in changes in the characteristic (average) time that HSO spends on processing the query and making a decision.

The following formulas are for the real HSO rather estimative characteristics as they are received for a case of Poisson distribution both time between receipts of queries, and time which is necessary for HSO for them processing.

The general method for calculating of management efficiency for of HSO can be represented by the following sequence of stages.

Stage 1. All queries are divided into two groups for processing and decision-making by HSO.

The first will include "mandatory" or "daily" requests, i.e. those that appear daily and which HSO must process during the day. These queries can also be called "deterministic", because they are usually not statistical in nature. The number of such requests and the time required for HSO to process them are taken into account.

The second group includes queries that have a source or external factors (which can not be predicted), or which arise stochastically due to random factors in the organization (and which can not be predicted). Both the number of such requests and the time required for HSO to process them are taken into account.

Step 2. The total time T_1 that HSO must spend daily on mandatory queries related to the first group, will be determined.

Step 3. The average time t_1 between individual queries that belong to the second group will be determined. The average time t_2 that HSO spends on processing one request, which belongs to the second group, will be determined.

Step 4. The time T_2 that HSO can spend on queries that belong to the second group will be calculated. It is found as the difference between the HSO working time and the total time, which HSO spends processing queries that belong to the first group.

At this stage, it may happen that the amount of time that HSO can allocate to queries that belong to the second group may depend on the day of the week and the number of months, and so on.

Stage 5. According to formulas (2), indicators are calculated that quantitatively characterize the queries processing by HSO, which belong to the second group.

$$L_s = \frac{t_2}{t_1 - t_2}, L_q = \frac{t_2^2}{t_1^2 - t_1 \cdot t_2}, T_s = \frac{t_1 \cdot t_2}{t_1 - t_2}, T_q = \frac{t_2^2}{t_1 - t_2}. \quad (2)$$

According to the obtained results, there may be two different situations.

Situation 1. Let the number of queries L_{tot} related to the second group and which HSO is able to process as much as possible be greater than the total daily number of queries related to the second group L_2 .

In this case, HSO is able to process all queries, and successfully management implement.

Situation 2. Consider the opposite case when the following inequality $L_{tot} < L_2$ holds. In this case, HSO will not be able to process all the queries that belong to the second group. As a result, they will accumulate, which will lead to deterioration in the management efficiency. This can be helped by the use of information technology, which can help HSO to queries processing faster. It can also be useful to increase the efficiency of those managers who pre-process requests and prepare justifications for the HSO.

Thus, the quantity indicator for HSO management efficiency can be entered, using the results of comparing the indicators L_{tot} and L_2 . For example, this might be such indicator:

$$Q = \frac{L_{tot} - L_2}{L_{tot}} = 1 - \frac{L_2}{L_{tot}}. \quad (8)$$

This indicator varies in the range $0 < Q < 1$. It describes the amount of time that HSO remains free from queries processing that belong to the second group. Negative Q values are invalid (because in this case, the queue of unprocessed queries will only increase).

The purpose of the report is to develop a model for evaluating the quality of managerial activity to handle those queries that arise due to random reasons. The model of activity of HSO on the basis of the operations research, specifically in frame of queuing theory is constructed in the report. The daily activities of the HSO are considered as a channel for responding to the requests. A quantitative indicator is proposed to characterizing the management efficiency. The method of such indicator calculating for real situations is described. It takes into account queries originating from either external (non-predictable) or stochastic due to random factors in the organization's activities (which cannot be predicted).

Literature

1. Taha H. A. Operations Research: an Introduction. – Prentice Hall Inc., New Jersey, USA. – 2003. – 912 p.

УДК 519.876.2

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПЛАНУВАННЯ РЕСУРСІВ ІТ-ПРОЕКТІВ

Ю.Ю. Мартинюк, М.О. Сперкач

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Вступ. На сьогоднішній день ІТ-галузь є однією з перспективніших сфер людської діяльності. Невід'ємною складовою якої є реалізація різних ІТ-проектів. Успішне виконання проектів залежить від їх ефективного управління [1]. Функціями управління є управління якістю, часом, контрактами й постачаннями, комунікаціями в проекті, ризиками, різними видами ресурсів, а саме людськими, вартісними та технічними. Окрім цього, потрібно також враховувати і управління параметрами часу, що включають: визначення робіт і їхньої тривалості, строків початку і завершення проекту.

Над проблемою ефективного управління проектами працювали вчені багатьох країн світи та пропонували різні методи до покращення цього процесу. У роботі [2] автор описує систему для автоматизації керування проектами, де описано, що проекти потребують планування, організації, нестандартного мислення, спільної роботи команди і багато чого іншого, а у роботі [3] наведено приклад реалізації системи для автоматизації управління проектами, як розширення до існуючої популярної системи JIRA. Під час реалізації проекту саме часові ресурси і бувають порушеними через неефективне планування, що призводить до порушення термінів виконання проекту та втрати фінансових ресурсів. На допомогу ефективного планування ресурсів приходять теорія розкладів.

У роботі буде йти мова про процес управління людськими ресурсами, а саме ефективного планування виконання проекту командою виконавців за мінімальний час роботи. Весь процес управління буде виконуватися на основі методології Scrum.

Метою роботи є мінімізація часу реалізації проекту за рахунок створення ефективних розкладів виконання завдань проекту командою виконавців.

Постановка задачі. Розглянемо реалізацію певного ІТ-проекту. Було проведено аналіз даного проекту та визначено ресурси та вимоги його реалізації. Весь процес управління виконанням проекту буде проходити за методологією Scrum, гнучкою методологією, що входить до сімейства Agile.

За результатами дослідження умов проекту було виявлено множину задач (завдань) до реалізації всього проекту, тобто формується беклог продукту. Кожній задачі присвоюється пріоритет щодо її реалізації та тривалість її виконання еталонним виконавцем (під еталонним виконавцем будемо розуміти виконавця, який працює з коефіцієнтом продуктивності 1).

Встановимо наступну класифікацію пріоритетів: високий, середній та низький (задачі з високим пріоритетом реалізуються першочергово, відповідно задачі з низьким пріоритетом реалізуються в останню чергу).

У розгляненому випадку, коли фахівці є взаємозамінними і можуть працювати паралельно. Виконавці можуть бути відмінними коефіцієнтами продуктивності, що визначається посадою, яку вони займають.

При управлінні проектом за методологією Scrum, коли сформовано беклог продукту, виконується планування першого етапу роботи по проекту, ітерації фіксованої довжини, що називаються спринтом проекту, тривалість якого 2-4 тижні. При плануванні спринта, з беклогу продукту вибирається підмножина завдань, які необхідно виконати першочергово (рисунок 1). Кількість цих завдань повинна бути такою, що буде не перевищувати рівень продуктивності команди.

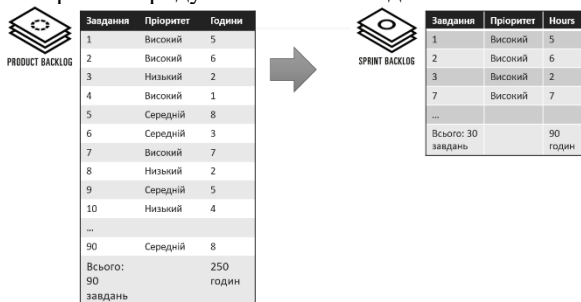


Рис.1 – Виділення завдань з беклогу продукту в беклог спринта

При формуванні беклогу наступного спринта беклог продукту переглядається, можуть змінюватися пріоритети завдань, змінюватися самі завдання та ділитися на дрібніші.

Отже, реалізація беклогу спринта триває до директивного терміну, тобто часу до якого повинні бути завершені всі роботи спринта.

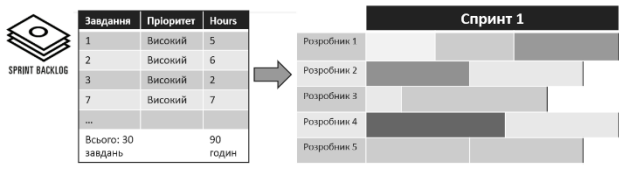


Рис.2 – Виділена підмножина завдань (беклог спринта) признається на учасників команди

Математична постановка задачі. Дано множину $J = \{J_1, J_2, \dots, J_l, \dots, J_f\}$, $l = 1, 2, \dots, f$, що складається з підмножин завдань $J_j = \{1, 2, \dots, j, \dots, n\}$ і множину виконавців (учасників команди) $M = \{1, 2, \dots, i, \dots, m\}$. У системі всі завдання надходять одночасно в нульовий момент часу та усі завдання мають спільний директивний термін d , процес обслуговування кожного завдання проходить без переривання до завершення виконання.

Вважається, що кожен учасник команди має свій коефіцієнт продуктивності виконання завдань – $k_i > 0$, а кожне завдання має свій пріоритет – $p_j > 0$, та початкову тривалість виконання $t_j > 0$ $j = 1, 2, \dots, n$ (початкову – тобто еталонну тривалість, за яку може бути виконане завдання еталонним виконавцем, коефіцієнт продуктивності якого $k_i = 1$), тоді тривалість виконання j -ого завдання i -им учасником команди, з урахуванням коефіцієнту продуктивності учасника становить:

$$t_{ij} = t_j * k_i. \quad (1)$$

Нехай C_j – момент завершення j -ого завдання, $C_{\max} = \max_j \{C_j\}$ – максимальний момент завершення завдань (момент завершення останнього завдання), $Z_j = \max_j \{0, C_j - d\}$, – запізнення завдання; $E_j = \max\{0, d - C_j\}$ – випередження завдання; $E = \sum_{j=1}^n E_j$ – сумарне запізнення; $Z = \sum_{j=1}^n Z_j$ – сумарне випередження.

Критерій 1. Необхідно скласти розклад виконання завдань, при якому досягає мінімуму максимальний час завершення завдань:

$$C_{\max} \rightarrow \min. \quad (2)$$

Критерій 2. Необхідно скласти розклад виконання завдань, при якому буде рівномірно розподілено завдання між виконавцями з урахуванням їх коефіцієнту продуктивності:

$$\max_j \{E_j, Z_j\} \rightarrow \min \quad (3)$$

Властивості задачі та алгоритми її розв'язання. Для розв'язання задачі теорії розкладів, що відноситься до класу NP та за наявності декількох різних критеріїв оптимальності існує безліч різних алгоритмів розв'язання, кожен з яких має свої переваги та свої недоліки. Але для задачі теорії розкладів доцільно використовувати евристичні алгоритми розв'язання. Не гарантовано, що оптимальне рішення буде знайдено, проте ці алгоритми значно зменшують час розв'язання таких задач, що забезпечує швидкий результат. Тому для розв'язання задачі, описаної вище, обрали алгоритм локального пошуку[4] та жадібний алгоритм[5]. Жадібний алгоритм простий для розуміння і реалізації, працює досить швидко, відомо багато задач різної складності, які можна розв'язати за допомогою жадібного алгоритму. Натомість алгоритм локального пошуку зарекомендував себе як один з найкращих евристичних алгоритмів розв'язання задач, точні вирішення яких потребують експоненційних затрат часу. Досліджуючи схеми та властивості цих алгоритмів, очікуємо, що алгоритм локального пошуку надасть можливість отримати більш точний розв'язок, що більше відповідає встановленим критеріям, швидше ніж жадібний алгоритм.

Висновки. У даній роботі було представлено та описано змістовну постановку задачі, яка є актуальною у IT і потребує розв'язання для використання рішень у плануванні ресурсів IT-проектів. Наведено приклади робіт, які вже були реалізовані, їхні недоліки та можливі покращення. Побудовано математичну модель даної задачі побудови розкладу виконання завдань для учасників команди. Запропоновано до розгляду жадібний алгоритм та алгоритм локального пошуку як методи розв'язання поставленої задачі. Розв'язок даними алгоритмами дозволить отримати такі результати планування виконання завдань, що допоможуть виконувати завдання по IT-проекту до встановлених часових обмежень, враховуючи усі обмеження людських та часових ресурсів. У рамках майбутніх досліджень пропонується проведення ряду експериментів для задач різної розмірності.

Список використаних джерел

- 1 Чорна М.В. Проектний аналіз. // Харків: Консум, 2003. – 228с.
- 2 Автоматизация планирования проектов с помощью параметрического моделирования в системе T-FLEX CAD [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://sapr.ru/article/14919>
- 3 The 4 Phases of Project Management – and How Process Automation Can Help [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:

<https://www.nintex.com/blog/the-4-phases-of-project-management-and-how-process-automation-can-help/>

4 Метод підйому (локального пошуку) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://studfile.net/preview/3766334/page:6/>

5 Жадібні алгоритми [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://dl.sumdu.edu.ua/textbooks/95351/522264/index.html>

УДК 004.89

ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ВИПРОБУВАННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ДІЯЛЬНІСТЮ У ЦАРИНІ ВІЙСЬКОВОГО УПРАВЛІННЯ

Т.К. Єременко, Ю.Г. Пилипенко

Інститут проблем математичних машин і систем НАН України

При розробці великих систем управління складної структури, таких як системи інформаційної обізнаності та повсякденної діяльності військових організмів різного рівня підпорядкованості, з урахуванням масштабів цієї діяльності у реальних обставинах поточного часу, виникає проблема випробування проектних рішень. Навіть якщо будемо розглядати найпростіший варіант однієї військової частини у її повсякденній діяльності, доведеться враховувати інформаційний обмін з вищестоящими органами як прямого так і непрямого управління, з великою кількістю обслуговуючих військових частин і цивільних організацій. А коли розглядати системи на рівні з'єднань чи об'єднань і роботу їх керівних органів в умовах особливого періоду, то складність розробки проекту процесу випробувань у реальних умовах зростає багатократно. Тому для проведення робочих (попередніх) випробувань доцільно створювати модельні системи, які в плані основних показників, що цікавлять замовників, відповідають реальним об'єктам.

Більш детально проектування процесу випробувань будь якої системи, яка виконує усі або значну частину функцій Автоматизованої системи управління (АСУ) діяльністю організації потребує на якийсь час зупинити процеси реального управління і виконувати випробувальні процеси. У військовій сфері це не завжди можливо, оскільки означає зниження бойового потенціалу на деякий час, що може бути зовсім неприпустимо з точки зору безпеки держави. Тому нові розробки можуть бути впроваджені тільки після їх державного приймання у процесі спеціальної регламентованої процедури. З цієї Причини усі види випробувань повинні проводитись у модельному середовищі.

Ще однією причиною необхідності моделювання випробувань є таємність реальної інформації, з якою повинна працювати розроблювана система. При проведенні випробувань є велика вірогідність непланового розголошення інформації, що використовувалась в процесі випробувань. Ця обставина вимагає починати процес моделювання випробувань з створення модельного інформаційного середовища. При цьому в окремих випадках можуть бути використані реальні структури інформації, зміст яких генерується у випадковій послідовності з випадковими значеннями показників. Більш складно створити нормативно — довідкову систему, що буде дозволяти випробувати досягнення необхідних показників і в той же час не буде дозволяти розголосити таємну інформацію. Загальнодержавні довідники не потребують ніякого коригування і можуть бути використані безпосередньо у випробуваннях на моделі. А от галузева довідкова інформація може мати обмеження по доступу. І для системи моделювання випробувань доводиться створювати системи довідників з нереальними даними. Щоб уникнути проблем з реальними та модельними довідниками, доцільно створювати модельне інформаційне середовище на окремому технічному комплексі, який не має реальних контактів (фізичних чи віртуальних) з технічними комплексами, що експлуатуються.

Тільки створивши модельне інформаційне середовище та виконавши його верифікацію, можна приступати до моделювання випробування процесів, які створюють суть розробленої та випробуваної системи.

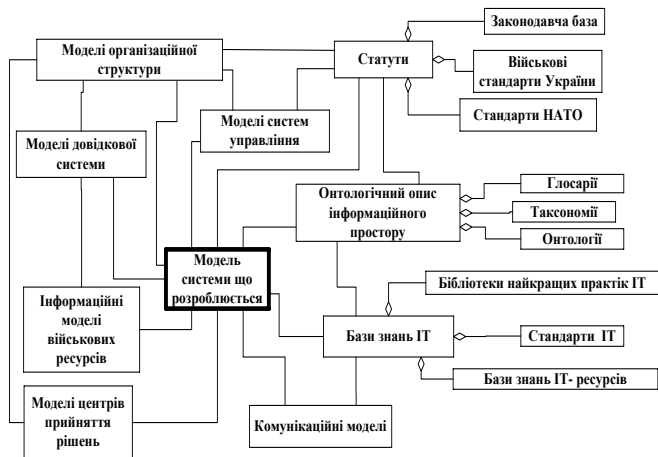


Рисунок 1 – Еталонна модель інформаційного простору для випробувань систем управління діяльністю.

Для створення модельного інформаційного середовища раціонально використовувати технологію референсного або еталонного моделювання [1]. Це технологія створення концептуальних моделей різного ступеню деталізації. Дозволяє аналізувати взаємовплив різних систем інформаційного простору на вищому рівні (рис. 1) і поступово їх деталізувати для вирішення конкретних завдань по випробуванню проєктних рішень.

Системи управління можуть створюватись для об'єктів, які мають кілька підпорядкованих об'єктів що можуть бути територіально рознесені і управління якими може не бути строго ієрархічним, а мати характер мережі з вузлами різного ступеню важливості. Зв'язок між елементами системи також може бути реалізовано не стандартними засобами, а спеціально розробленими комплексами засобів зв'язку. Отже система управління створюється з урахуванням таких технічних особливостей і в процесі випробувань користування такими особливостями повинно бути перевірено. Тому для моделювання процесу випробувань, в залежності від складності і масштабу системи, повинен бути створений постійний або тимчасовий технічний комплекс, на якому будуть проведені усі види випробувань.

Створення умов для проведення моделювання випробувань потребує досить великих трудових та матеріальних витрат, що може бути сприйнято як додаткове навантаження на розробника. Але слід врахувати, що сумлінно розроблена система для моделювання випробувань може бути використана як основа учбово-тренувальної системи. Для більш менш великої управляючої системи наявність учбово-тренувальної системи є обов'язковою, оскільки навчання особового складу на бойовій системі неможливо. Тому затрати на моделюючий комплекс не є додатковим навантаженням, а є раціональними витратами, які необхідні і розумні.

Підсумовуючи вищенаведене, бачимо що у царині військовій не все можливо зробити так, як це прийнято у цивільній сфері. У деяких випадках навіть для проведення випробувань, потрібно робити нестандартні системи для випробувань у модельному інформаційному середовищі. Але ці витрати себе окупають за рахунок збереження рівня боєготовності і можливості використання у навчальних системах та, при необхідності, для проведення натурних експериментів.

Література:

1 OASIS Reference Architecture for Service Oriented Architecture Foundation. Version 3.0 URL: <http://docs.oasis-open.org/soa-rm/>.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**МАТЕМАТИЧНЕ ТА ІМІТАЦІЙНЕ
МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ
МОДС 2020**

**П'ЯТНАДЦЯТА МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ**
(29 червня – 01 липня 2020 р., Україна, м. Чернігів)

Тези доповідей

Головний редактор
Технічний редактор
Комп'ютерна верстка

І. С. Скітер
М. М. Войцеховська
В. В. Нехай

Підписано до друку 01.07.2020. Формат 60×84/16.
Умов. друк. арк. 21,51. Тираж 110 пр. Зам. № 515/20.

Чернігівський національний технологічний університет
14035, м. Чернігів, вул. Шевченка, 95.
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців,
виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
серія ДК № 4802 від 01.12.2014 р.