



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МІНІСТЕРСТВО ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ  
ДНІПРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ  
ІМЕНІ АКАДЕМІКА В. ЛАЗАРЯНА**

**ТЕЗИ**

**XIII-ої Міжнародної науково-практичної конференції  
«СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ І КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
НА ТРАНСПОРТІ, В ПРОМИСЛОВІСТІ ТА ОСВІТІ»**

**11-12 грудня 2019**

**Тезисы**

**XIII-й Международной научно-практической  
конференции «СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И  
КОМУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ТРАНСПОРТЕ,  
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ОБРАЗОВАНИИ»**

**11-12 декабря 2019**

**ABSTRACTS**

**of the XIII-th International Conference «MODERN  
INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES ON  
A TRANSPORT, IN INDUSTRY AND EDUCATION»**

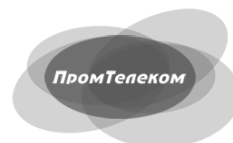
**11-12, December, 2019**

**Дніпро  
2019**

Міністерство освіти і науки України  
Дніпровський національний університет  
залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна  
Східний науковий центр транспортної академії наук



**ПКТБ  
ІТ**



**TEMPUS: CITISET & SEREIN & CRENG**

**ТЕЗИ**

**ХІІІ Міжнародної науково-практичної конференції  
«СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТА КОМУНІКАЦІЙНІ  
ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ, В ПРОМИСЛОВОСТІ  
ТА ОСВІТІ»**

**ABSTRACTS**

**of the XIII International Conference  
«MODERN INFORMATION AND COMMUNICATION  
TECHNOLOGIES ON A TRANSPORT, IN INDUSTRY  
AND EDUCATION»**

**ТЕЗИСЫ**

**ХІІІ Международной научно-практической конференции  
«СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И  
КОМУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
НА ТРАНСПОРТЕ, В ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
И ОБРАЗОВАНИИ»**

**11.12.2019 – 12.12.2019**

**Дніпро  
2019**

**УДК 658.512.2:681.3.06**

Сучасні інформаційні та комунікаційні технології на транспорті, в промисловості і освіті: Тези XIII Міжнародної науково-практичної конференції (Дніпро, 11-12 грудня 2019 р.). – Д. : ДПТ, 2019. – 199 с.

У збірнику представлені тези доповідей XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні та комунікаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті», яка відбулася 11-12 грудня 2019 року в Дніпровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Розглянуто результати теоретичних і експериментальних досліджень, а також проблемні питання функціонування та перспективи розвитку інформаційних технологій транспорту, промисловості й освіти. Збірник призначений для науково-технічних працівників залізниць, підприємств транспорту, викладачів вищих навчальних закладів, докторантів, аспірантів і студентів.

#### **РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ**

д.т.н., професор Скалозуб В.В.  
д.т.н., професор Шинкаренко В.І.  
Демидович І.М.

Адреса редакційної колегії:  
49010, м. Дніпро, вул. Лазаряна, 2, ДНУЗТ

Тези доповідей друкуються мовою оригіналу в редакції авторів.

## НАУКОВИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

### ГОЛОВА:

**Пшінько О. М.** д.т.н., професор, ректор ДНУЗТ, м. Дніпро

### ЗАСТУПНИКИ ГОЛОВИ:

**Радкевич А.В.** д.т.н., проф., проректор з науково-педагогічної, економічної роботи, перспективного та інноваційного розвитку ДНУЗТ м. Дніпро

**Скалозуб В.В.** д.т.н., проф., декан факультету КТС ДНУЗТ м. Дніпро

### ЧЛЕНИ КОМІТЕТУ:

**Алексєєв М. О.** д.т.н., проф., декан факультета Информационных технологий НГУ, м. Дніпро

**Аль-Хаї Г.** професор факультета Науки і технології, Лінчепінзький університет, Швеція

**Баскар А.** професор факультета Інженерії і навколишнього середовища, Саутгемптонський університет, Англія.

**Боднарь Б. Є.** д.т.н., проф., перший проректор ДНУЗТ, м. Дніпро

**Вайчюнас Г.** д.т.н., проф., Вільнюський технічний ун-т ім. Гедимінаса, Литва

**Великодний В. В.** зам. директора з питань інформаційних технологій АТ «Укрзалізниця», м. Київ

**Гаврилюк В. І.** д.ф-м.н., проф., зав. кафедри АТ, ДНУЗТ, м. Дніпро

**Громов Г.** д.т.н., проф., Інститут транспорту та телекомунікацій, м. Ріга, Латвія.

**Дмитрієв М. М.** д.т.н., проф., перший проректор НТУ, м. Київ

**Жуковицький І. В.** д.т.н., проф., зав. кафедри ЕОМ, ДНУЗТ, м. Дніпро

**Зеленцов Д. Г.** д.т.н., проф., зав. каф. спеціалізованих комп'ютерних систем УДХТУ., м. Дніпро

**Зіненко О. Л.** к.т.н., зам. начальника Управління статистики АТ «Укрзалізниця», м. Київ

**Кісельова О. М.** член-кореспондент НАН України, доктор ф.-м. н., заслужений діяч науки і техніки України, професор., декан факультета Прикладної математики ДНУ., м. Дніпро

**Негрей В. Я.** д.т.н., проф., перший проректор БілДУТ, м. Гомель, Білорусь

**Марков К.** д.т.н., проф., Інститут інформаційних теорій та програм, м. Софія, Болгарія

**Пічугов С. О.** д.ф-м.н., проф., зав. кафедри ПМ, ДНУЗТ, м. Дніпро

**Приходько С. І.** д.т.н., проф., проректор з наукової роботи УкрДУЗТ

**Сладковський А. В.** д.т.н., проф., зав. каф., Силезька політехніка, Катовіце, Польща

**Цейтлін С. Ю.** к.т.н., зам. директора філії ПКТЬ ІТ АТ " Укрзалізниця "

**Шинкаренко В. І.** д.т.н., проф., зав. кафедри КІТ, ДНУЗТ, м. Дніпро

## ЗМІСТ

<b>АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НА ТРАНСПОРТІ І В ПРОМИСЛОВОСТІ .....</b>	<b>20</b>
Automated system of assessment of technical status of mechanisms .....	21
Sushko L.F., Dniprovsky State Agrarian and Economic University, Ukraine	
Гіс-технології в системах управління транспортними підприємствами.....	22
Анофрієв В.Г., Лапа О. П, Павленко Н. Є, Сенченко А. Д. , Міжнародний науково- навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН та МОН України, Україна	
Особливості застосування пристроїв цифрового радіозв'язку в системах інтервального регулювання руху поїздів .....	23
Гончаров К. В., Коваленко А. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Удосконалення системи автоматичної ідентифікації рухомого складу.....	24
Гончаров К. В., Лисюк В. В., Міщенко М. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Розвиток АСУ Т для інформаційного обліку роботи приватної тяги на коліях загального користування АТ «Укрзалізниця» .....	25
Ковдря Д.В., Цейтлін С.Ю., Гусєва В.В., філія «ПКТБ ІТ» АТ «Укрзалізниця», Україна	
Напрямки інформатизації процесів ресурсозбереження міського електричного транспорту.....	26
Козлова О.С., Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Україна	
Развитие компьютерной инженерии: от ИТС к СТС .....	27
Косолапов А.А., Назарова Д.И., Дніпровський національний університет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, Украина	
Исследование точности работы точечных измерителей скорости в системах управления скатыванием вагонов с горки.....	28
Остапец Д. А., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, Украина, Говор О. В., OpenX Poland sp. z o.o., Польша, Безденежных П. Е., ZooPlus AG, Германия	
Економія витрат вугілля на опалення пасажирських вагонів .....	29
Півень В.О., Квірікадзе В.Р., філія «ПКТБ ІТ» АТ «Укрзалізниця», Україна	
Удосконалення технології роботи прикордонної станції Х.....	30
Примаченко Г. О., Ісаченко М. С., Сологуб Н. Ф., Торбін І. Ю., Український державний університет залізничного транспорту, Україна	
Питання розвитку інформаційних технологій для ефективного функціонування вагонного господарства АТ «Укрзалізниця» .....	31
Цейтлін С.Ю., Коваленко Л.О., Школяр Я.М., філія «ПКТБ ІТ» АТ «Укрзалізниця», Україна	

## **СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ, МІКРОПРОЦЕСОРНІ СИСТЕМИ ..... 32**

- Parallel forms of different circuit algorithms .....33  
Shvachych G.G., Karpova T.P., National Metallurgical Academy Of Ukraine, Ukraine  
Ivaschenko O.V., Sushko L.F., Dniprovsky State Agrarian and Economic University, Ukraine
- Цифровизация работы сортировочных станций на основе дистанционного акустического зондирования .....34  
Бурченков В. В., Белорусский государственный университет транспорта,
- Параметрична оптимізація кінематичної структури та законів руху дволанкової маніпуляційної системи .....35  
Демидюк М.В., Демидюк В.М., Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С.Підстригача НАН України
- Информационные технологии диагностики контактных проводов электрифицированных железных дорог .....36  
Доманский И. В., Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова,  
Переверзев К. В., г. Киев ООО «ДАК-Энергетика», Україна,  
Шевяков С. М., ООО «МСД Холдинг», Россия
- Дослідження та розробка комп'ютеризованої системи управління розумним будинком .....37  
Коломоець О. О., Дзюба В. В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна
- Задача оптимального керування сингулярно-збуреною розподіленою системою .....38  
Михайлова Т.Ф., Максименкова Ю.А. Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, Україна
- До питання аналізу методів прогнозування електроспоживання .....39  
Харченко В.Ф., Козлова О.С., Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Україна
- Синтез С-кода в среде Matlab для микропроцессора .....40  
Чумак В.С., Свид И.В., Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина
- Автоматизована система для контролю за роботою сільськогосподарської техніки .....41  
Ясько М. М., Дніпровський національний університет ім. Олесь Гончара, Україна

## **ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ І В ПРОМИСЛОВОСТІ ..... 42**

- Optimization of packet routing in computer networks .....43  
Ben Hadj Hmida Mohamed, Ukrainian State Chemical Technology University, Ukraine
- Coexistence of technology 4.0.....44  
Anna Maryniak; Poznań University of Economics and Business; Poland

The measurement of traction current harmonics parameters by short time Fourier transform .....	45
Meleshko V.V., Havryliuk V.I., Dnipro National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Ukraine	
Artificial Intelligence is not Future, it is Present .....	46
Anna Shkliarova, PC-EFTPOS Pty Ltd, Sydney, Australia	
Efficient Video Streaming Service for Train Pass Commuters .....	47
Tatsuya Yamazaki, Niigata University, Japan	
Компьютерные модели в задачах оценки уровня загрязнения окружающей среды при эмиссии химически опасных веществ .....	48
Амелина Л.В., Беляев Н.Н., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина	
Берлов А.В., ГБУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», Украина	
Система підтримки прийняття рішень ProjectEvaluation для багатокритеріальної оцінки ефективності IT-проектів на базі спрощеного варіанту методології VOCR .....	49
Андрюхіна М.В., Національна металургійна академія України, Україна	
Инфологичне моделювання в задачах управління технологічними процесами створення перспективних матеріалів.....	50
Баранов Г.Л., Комісаренко О.С., Національний транспортний університет, Україна	
Информационно-интеллектуальная технология реализации заданий упорядочения групп элементов с учетом сложности операций формирования .....	51
Белый Б.Б., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. академика В. Лазаряна, Украина	
Компьютерное моделирование в задачах гидродинамики подземных вод .....	52
Беляева В.В., Гунько Е.Ю., Машихина П.Б., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина	
Численные модели для расчета гидродинамики и массопереноса в системах очистки воды.....	53
Беляев Н.Н., Долина Л.Ф., Козачина В.А., Лемеш М.В., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина	
Дослідження оптимального розподілу векторного дискретного ресурсу на прикладі меблевого виробництва.....	54
Беляев П.І., Кузнецов В.І., Євтушенко Г.Л., Національна металургійна академія України, Україна	
Системы отримання інформації транспортними операторами .....	55
Бех П.В., Лашков О.В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Моніторинг об'єкта діагностування з використанням індексу технічного стану.....	56
Боднар Б.Є., Очкасов О.Б., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Про методи розв'язання задачі тривимірної триангуляції .....	57
Божуха Л.М., Матюхін Є.В., Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Україна	

Електронний маршрут машиніста.....	58
Великодний В.В., ЦІТ АТ «Укрзалізниця», Гусєва В.В., Репа О.П., Хотін М.В. філія «ПКТБ ІТ» АТ «Укрзалізниця», Україна	
Розробка модулю інформаційної системи торгівельного підприємства.....	59
Виноградова О.В., Гнатушенко Вікт. В., Національна металургійна академія України, Україна	
Розробка та дослідження моделі логування в ETL системах.....	60
Виноградов М.Г., Гнатушенко Вікт, В., Національна металургійна академія, Україна	
Моделирование движения динамических объектов по результатам наблюдений, поступаемых с запаздыванием .....	61
Востриков И.В., МГУ имени М.В.Ломоносова, Россия	
Имитационное моделирование процесса идентификации сложных колебаний в акустической дефектоскопии .....	62
Гасанов З. М., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина	
Комплекс контролю доступу на базі біометричних методик.....	63
Годун Є. Д., Капшученко Д. О., Остапєць Д. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академика В. Лазаряна, Україна	
Розробка інформаційної системи Електронного податкового обліку.....	64
Горбачова І.С., Острогова Л.М., Чепіжко С.П., філія «ПКТБ ІТ» АТ «Укрзалізниця», Україна	
Модельовання технологічного процесу роботи станції за методологією поетапного модельовання.....	65
Горбова О.В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, Україна	
Використання інформаційних технологій для оптимізації виробничих бізнес процесів .....	66
Горобець С.Г., Гнатушенко Вікт, В., Національна металургійна академія України, Україна	
Защита информации в локальной сети промышленного предприятия.....	67
Дериглазов І.О., ДВНЗ Украинский государственный химико-технологичный университет, г. Днепр, Украина	
Дослідження і застосування сучасних web-технологій для розробки програмного комплексу «Розумна парковка» .....	68
Дмитрієва І.С., Сілін С.О. Національна металургійна академія України, Україна	
Розробка технології пошуку викидів у часових рядах фінансових показників .....	69
Долгіх А.О., Байбуз О.Г. Дніпровський національний університет ім. О.Гончара, Україна	
О методах идентификации железнодорожного подвижного состава.....	70
Доманская Г.А., Егоров О.И., Бондарева В.С., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В.Лазаряна, Украина	
Спутниковые радионавигационные системы как средство для позиционирования объектов на различных видах транспорта.....	71
Доманская Г.А., Егоров О.И., Ивин П.В., Трошин Е.А., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В.Лазаряна, Украина	



Риск-ориентированная система поддержки принятия решений для защиты объектов критических инфраструктур .....	72
Жарикова М.В., Коротун А.В., Назаренко Р.С., Херсонский национальный технический университет, Украина	
Дослідження стилю відлагодження програм .....	73
Жеваго О.О., Шинкаренко В. І., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Аналіз виконання розкладу руху маршрутних вантажних поїздів .....	74
Жевжик Є. Г., Овчаренко С. М., філія «ПКТБ ІТ» АТ «Укрзалізниця», Україна	
Оперативний контроль руху вантажних маршрутних поїздів за узгодженим розкладом по твердим наскрізним ниткам нормативного графіку в системі АСК ВП УЗ-Є .....	75
Жевжик Є.Г., Репа О.П., Кійко І.М., Каракуц Д.І., філія «ПКТБ ІТ» АТ «Укрзалізниця», Україна	
Підвищення точності геолокації маневрових локомотивів за допомогою систем інерціальної навігації .....	76
Жуковицький І.В., Заєць О.П., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Дослідження та розробка децентралізованої системи зберігання даних за допомогою технології Blockchain .....	77
Жуковицький І.В., Мартиненко М.Ю., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Дослідження впливу методу бінаризації зображення на його фрактальну розмірність .....	78
Журба А.О., Леванович О.І., Національна металургійна академія України, Україна	
Способы представления онтологий железнодорожного транспорта .....	79
Жучий Л. И., Днипровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, Украина	
Дослідження часової ефективності гібридизації алгоритмів біонічного походження .....	80
Завгородній А.Д., Шинкаренко В.І, Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. А. Лазаряна, Україна	
Програмный комплекс для анализа та прогнозування характеристик нерегулярних часових послідовностей.....	81
Olexiy Zakharov, Unity Technologies, Copenhagen, Denmark Скалозуб В.В., Галабут О.О., Мурашоов О.В. Днипровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Україна	
Забезпечення ефективного функціонування корпоративної мережі .....	82
Івченко Ю.М., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. А. Лазаряна, Україна Івченко В.Г., ВП «Дніпровське відділення» філії ГІОЦ, Дніпро, Україна	
Представление и развитие предметных конструктивных моделей .....	83
Ильман В.М., Андрющенко В.А., Днипровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина	

Конструктивне моделювання геометричних об'єктів.....	84
Ільман В.М., Іванов О.П., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. Лазаряна В.А.	
Системна конструктивна модель .....	85
Ільман В.М., Іванов О.П., Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. Лазаряна В.А.	
Об'єктно-орієнтована методологія розроблення інформаційної системи для діагностики автоматизованих річтраків .....	86
Кирийчук Д. Л., Херсонський національний технічний університет, Україна	
Выбор модели системы обслуживания подвижного состава метрополитена .....	87
Лагута В.В., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина	
Козик Ю.Г., ТзОВ «Прикладные железнодорожные технологии», Германия	
Модели и методы разработки баз знаний для предметно-ориентированных интеллектуальных систем управления процессами ликвидации стихийных бедствий.....	89
Ляшенко Е. Н., Прачик В. В., Херсонский национальный технический университет, Украина	
Предельный угол наклона ленточного конвейера с глубокой желобчатой и трубчатой лентой .....	90
Кирия Р.В., Жигула Т.И., Смирнов А.Н., Мостовой Б.И., Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины	
Розробка методів формування вимог до програмних систем на основі сценаріїв.....	91
Ковальов Є.І., Іванов О.П., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна	
Технология численного решения задач глобальной оптимизации.....	92
Косолап А. И., ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет», Украина	
Оптимизация буферной памяти в многопроцессорных системах .....	93
Котловец И. С., ДВНЗ Украинский государственный химико-технологический университет, г. Днепр, Украина	
Прогнозування зміни стану ізоляційної системи електричних машин локомотивів.....	94
Лагута В.В., Сердюк К.М., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Динамическое и статистическое моделирование сигналов в задачах диагностирования .....	96
Лагута В.В., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина	
Про один метод наближеного представлення результатів чисельного моделювання у аналітичному вигляді .....	98
Ларіонов Г.І., Ларіонов М.Г., Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова національної академії наук України	
Эвристики конструктивно-продукционного моделирования .....	99
Литвиненко К. В., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, Украина	

Симметрия и скользящий режим при поиске экстремума функции .....	100
Литвиненко К. В., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, Украина	
Корсун В.И., ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет», Украина	
Про використання мов опису онтологій для розробки інтелектуальних систем .....	101
Лобода Д. Г., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Анализ отказов в токоприемнике и их причин .....	102
Мохаммад Аль Саид Ахмад, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Иордания	
Диагностика основных узлов токоприемника .....	103
Мохаммад Аль Саид Ахмад, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Иордания	
Аналіз методів визначення пропускної спроможності залізничної мережі .....	104
Музикін М. І., Нестеренко Г. І., Бібік С. І., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Шамрай З. В., Державний університет інфраструктури та технологій, Україна	
Біометрична аутентифікація за клавіатурним почерком .....	105
Мусієнко М. І., Остапєць Д. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, Україна	
Аналіз впливу зміни тарифних ставок на обіг вагону .....	106
Нестеренко Г. І., Рєпях В. В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Оцінка впливу випадкових характеристик обчислювальних процесів на найгірший час виконання програм (Worst Case Execution Time, WCET) .....	107
Нечай В. Я., Кочерга С. А., Сенін Д. С. Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна	
Розробка локальної мережі підприємства в умовах обмежених можливостей застосування провідного зв'язку .....	108
Носач Т.З, ДВНЗ Український державний хіміко-технологічний університет, Україна	
Виростання методів інтелектуального аналізу даних для обробки логів .....	109
Островська К.Ю., Рожко В.П., Національна металургійна академія України, Україна	
Використання гібридних нейронних мереж в задачі розпізнавання рукописного тексту .....	110
Островська К.Ю., Станиць Г.Ю., Внучков П.І., Національна металургійна академія України, Україна	
Аналіз інтелектуальних методів мультиагентної оптимізації для організації маршрутизації в ІТС залізничного транспорту .....	111
Пахомова В. М., Бондарєва В. С., Вишневецька А. А., Стаднік А. Д., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	

Розподіл потоків в мережі MPLS на основі використання ансамблю нейронних мереж .....	112
Пахомова В. М., Доманська Г. А., Педенко І. О., Сухомлин О. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Виявлення атак на комп'ютерну мережу з використанням нейромережної технології.....	113
Пахомова В. М., Коннов М. С., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Організація бездротової мережі на сортувальній станції з використанням бджолиного методу .....	114
Пахомова В. М., Назарова Д. І., Піддубняк П. В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Маршрутизація трафіку в мережі MPLS з використанням нейромережної технології.....	115
Пахомова В. М., Русінов А. С., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Маршрутизація в інформаційно-телекомунікаційній системі залізничного транспорту з використанням ансамблю нейронечітких мереж.....	116
Пахомова В. М., Скабалланович Т. І., Капшученко Д. О., Годун Є. Д., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Врахування економічного ефекту від обслуговування заявок в одній математичній моделі системи масового обслуговування.....	117
Послайко Н.І.; Дніпровський національний університет імені Олеса Гончара; Україна	
Поиск оптимальной архитектуры сверточной нейронной сети с использованием генетических алгоритмов.....	118
Радюк П. М., Хмельницький національний університет, Україна	
Рішення з розпізнавання номерів залізничних вагонів на базі штучних нейронних мереж.....	119
Решетняк Р. С., Устенко А. Б., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна	
Особенности построения и международного взаимодействия отраслевых торговых площадок.....	120
Oleksei Satsuta, Slovakia, u42.spot.s.r.o Якунин А.А., Корпорация «Промтелеком», Украина	
Моделирование движения грузового поезда в режиме электрического торможения с помощью программного пакета MSC.ADAMS.....	121
Сахаров П. А., Белорусский государственный университет транспорта, Беларусь	
Застосування оптоволоконні лінії зв'язку на залізницях .....	122
Сердюк Т. М., Говоруха Д.О., Давидюк Д.О., Сердюк К.М., Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна Костровський В.А., ООО «Централізація», Росія	

Використання альтернативних джерел енергії в пристроях залізничної автоматики.....	123
Сердюк К.М., Квацало О. Ю., Мацкевич С.С., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, Україна	
Покотілов Д. Я., Університет Твенті, Нідерланди	
Квази-оптимальное управление двигателями постоянного тока малой мощности.....	124
Сердюк Т.Н., Днипровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина	
Трипутень Н. М., Днепроовская политехника, Украина	
Кузнецов В. В., Национальная металлургическая академия Украины, Украина	
Трипутень М. Н., Кузнецова А.В., Днепроовский национальный университет имени Олеса Гончара, Украина	
Покотилов Д. Я., Университет Твенте, Нидерланды	
Моделирование динамики гетерогенных групп с логистической функцией .....	125
Сердюк Т. Н., Днипровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина	
Кузенков А. А., Трипутень М. Н., Кузнецова А.В., Днепроовский национальный университет имени Олеса Гончара, Украина	
Трипутень Н.М., Днепроовская политехника, Украина	
Кузнецов В. В., Кузнецова Е. В. Национальная металлургическая академия Украины, Украина	
Покотилов Д. Я., Университет Твенте, Нидерланды	
Використання IGBT транзисторів в схемах керування швидкістю обертання ротору електродвигунів .....	126
Сердюк Т.М., Рябова Л. Ю., Петровський О. С., Єрешко Д. С., Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. академіка В.Лазаряна, Україна	
Покотілов Д. Я., Університет Твенті, Нідерланди	
Стратегія розвитку залізничного транспорту. Модернізація систем залізничної автоматики та зв'язку України .....	127
Сердюк Т. Н., Чепурний А. М., Логвінова В. О., Модліцький В. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна, Україна	
Гнедець О. П., Служба сигналізації і зв'язку регіональної філії «Придніпровська залізниця», АТ «Укрзалізниця», Україна	
Мауро Фелізіані, Університет Л'Акваїлі, Італія	
Дослідження ефективності паралельного мурашиного алгоритму на прикладі вирішення задачі комівояжера .....	128
Сизько В.А., Бабенко М.В., Дніпровський державний технічний університет, Україна	
Застосування клітинно-автоматного підходу для опису систем із розподіленими параметрами.....	129
Селівьорстова Т.В., Лукомський Є.В., Біган О.В., Дібровін Д.І., Національна металургійна академія України	
Програмна реалізація та дослідження кооперативних відносин із застосуванням генетичних алгоритмів .....	130
Селівьорстова Т.В., Шабельников Б.Б., Національна металургійна академія України	

Програмний комплекс із дослідження та прогнозування параметрів силових енергетичних установок локомотивів засобами експертних систем.....	131
Скалозуб В.В., Кібець Д.В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна, Україна	
Berik Akhmetov, Al-Farabi National University, Kazakh	
Удосконалення паралельних синхронних алгоритмів оптимального планування неоднорідних потоків у мережах .....	132
Скалозуб В.В., Панік Л.О., Панарін О.Д. Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Marina Skalozub, HiQ Stockholm AB, Sweden	
Інформаційна технологія з моделювання та дослідження проектів розвитку залізничного туризму в Україні .....	133
Скалозуб В.В., Шашков Р.О. Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Отслеживание фокуса зрения пользователя при работе с компьютером .....	134
Снигур Ю.А., Разносилин В.В., Днипровский национальный университет железнодорожного транспорта имени В.Лазаряна, Украина	
Від ТМкарти до дорожньої карти – шляхи автоматизації вантажних перевезень ASTRUM – як оптимальний маршрут в інформаційному просторі логістики.....	135
Солтисюк О.В., ТОВ «ТМСофт» Україна	
Лібор Белфін, JERID, Чеська Республіка	
Аналіз механізмів та ефективності спеціалізованих мов функціонального програмування .....	136
Сторчак І.М., Іванов О.П., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна	
Математическая модель секционирования сортировочных путей железнодорожных станций.....	137
Терещенко Е.А., Белорусский государственный университет транспорта, Республика Беларусь	
Два способи пошуку в базі даних інформації при розв'язанні задач із семантики .....	138
Тимофієва Н. К., Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН та МОН України, Україна	
Використання Wavelet-аналізу для визначення кордонів події звукового сигналу.....	139
Царик В.Ю., Сушков О.О. Національна металургійна академія України, Україна	
Обзор преимуществ событийно-ориентированной и сервис-ориентированной архитектуры перед традиционными методами последовательной обработки событий.....	140
Цыпкина Екатерина, Германия, Нежумира О.И., Днипровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. Лазаряна В.А., Украина	
Інформаційна взаємодія АС ВП УЗ-Є з системою контролю параметрів роботи тепловозів «Дельта СУ».....	141
Чередниченко М.С., Гусєва В.В., Романюк Я.М., філія «ПКТБ ІТ» АТ «Укрзалізниця», Україна	

Застосування систем супутникової навігації для автоматизованого ведення графіку виконаного руху поїздів на залізницях України в середовищі системи АСК ВП УЗ-Є.....	142
Чердниченко М.С., Жевжик Є. Г., Кійко І. М., філія «ПКТБ ІТ» АТ «Укрзалізниця», Україна	
Програмно-апаратна платформа для розробки та публікації веб-застосувань на базі Kubernetes з використанням технології контейнеризації.....	143
Чердниченко М.С., Чепіжко С.П., Репа О.П., Федосеев Г.С., філія «ПКТБ ІТ» АТ «Укрзалізниця», Україна	
Можливості програми Matlab для апаратної реалізації розв'язку диференціальних рівнянь .....	144
Шаповалов В. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна	
Підтримка прийняття рішень при аналізі продуктивності виконання запитів у базах даних MS SQL Server .....	145
Шевченко І. В., Решетова Ю. І., Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», Україна	
Сценарно-прецедентная координация гетерогенных групп беспилотных аппаратов.....	146
Шерстюк В. Г., Херсонский национальный технический университет, Украина Сокол И. В., Морской институт последипломного образования, Херсон, Украина Левкивский Р. Н., Херсонская государственная морская академия, Украина	
Оптимізація та адаптація на основі математико-алгоритмічного конструктивізму.....	147
Шинкаренко В.І., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Использование масштабонезависимых дескрипторов в задачах навигации БПЛА .....	148
Шумейко А.А., Петров В.А. Днепропетровский государственный технический университет, Шевченко Г.А. ас. «Ноосфера», Украина	
Нечіткі моделі ціноутворення при проведенні закупівель .....	149
Шумейко О.О., Шепель О., Дніпровський державний технічний університет, Україна Білозубенко В.С., Університет митної справи та фінансів, ас. «Ноосфера», Україна	
Дослідження стану та функціонування залізничної транспортної системи на підставі паралельного опрацювання інформації .....	150
Яджак М. С., Тютюнник М. І., Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача НАН України, Україна	
Особенности построения и международного взаимодействия отраслевых торговых площадок.....	151
Oleksei Satsuta, Slovakia u42.spot.s.r.o Якунин А.А., Корпорация «Промтелеком», Украина	
Оптимизация транспортной логистики на металлургическом комбинате .....	152
Якунин А.А., Корпорация «Промтелеком», Украина	

Дослідження алгоритмів оптимального керування процесом завантаження складських приміщень .....	153
Яшина К. В., Ялова К.М., Волков П.Д., Дніпровський державний технічний університет, Україна	
Дослідження алгоритмів оптимального керування процесом завантаження складських приміщень .....	154
Яшина К. В., Ялова К.М. Палій В.В., Дніпровський державний технічний університет, Україна	
Исследование устойчивости решения дифференциального уравнения, описывающего работу параметрического генератора частоты .....	155
Ящук Е. И., Петровский С. С., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени акад. В. Лазаряна, Украина	
Оптимизация выходных параметров генератора частоты на неколлинеарных магнитных полях ПГ 50:50 .....	156
Ящук Е. И., Щека В. И., Петровский С. С., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени акад. В. Лазаряна, Украина	

## **ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СФЕРІ ОСВІТИ ..... 157**

Engineering education in Georgia and its main tasks in field of mechanics .....	158
Abesadze B.A., Kipiani G.O., Georgian Aviation University, Georgia	
Erasmus+ Project CRENG SO. Crisis and Risks Engineering Services .....	159
Pchynko O., Skalozub V., Chernova N. Dnipropetrovsk National University of Rail Transport, Ukraine	
Використання сучасних технологій Wi-Fi 6 та WPA3 у закладах вищої освіти .....	160
Бойко Д. С., Кумченко Ю. О., Криворізький національний університет, Україна	
Діагностування в системі змішаного навчання .....	161
Гришечкін С. А., Гришечкіна Т. С., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Особливості розробки програмного забезпечення інформаційної системи «довідник студента» .....	162
Дереза В.О., Селівьорстова Т.В., Національна металургійна академія України	
Досвід використання платформи Arduino в навчальному процесі університету .....	163
Дзюба В. В., Івін П. В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Конструктивное моделирование взаимосвязанных автомобильных потоков .....	164
Диденко А.И., Литвиненко К. В., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, Украина	
Розробка навчального курсу із VR-AR для студентів спеціальності «Комп'ютерна інженерія» .....	165
Іванов О. І., Устенко А. Б., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна	
Формирование компетенций бакалавров на основе междисциплинарных связей в курсе «Информационные системы электронного бизнеса» .....	166
Коротенко Г.М., Коротенко Л.М., Андрузская А.М. Национальный технический университет «Днепропетровская политехника», Украина	



Новые подходы в обучении студентов разработке программного обеспечения с использованием комплекса открытых программ gOpenSci .....	167
Коротенко Г.М., Коротенко Л.М., Коваленко А.С. Национальный технический университет «Днепровская политехника», Украина	
Формирование стека языков программирования при компетентностном подходе обучения компьютерингу в университетах .....	168
Коротенко Г.М., Коротенко Л.М., Харь А.Т. Национальный технический университет «Днепровская политехника», Украина	
Формирование универсальных компетенций будущих бакалавров в рамках сетевой проектной деятельности .....	169
Круподерова Е.П., Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина, Россия	
Метод стиснення графового представлення текстів у задачах виявлення запозичень .....	170
Куроп'ятник О. С., Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна	
Андрагогічна модель навчання .....	171
Павленко О.І., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. В.Лазаряна, Україна	
Глобалізація та євроінтеграція освіти.....	172
Павленко О.І., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. В.Лазаряна, Україна	
Технологія педагогічної підтримки О. Газмана .....	173
Павленко О.І., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. В.Лазаряна, Україна	
Програмное обеспечение для конструирования чат-бота мессенджера «Telegram».....	174
Печенин М.А., Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Украина	
Многоцелевой банк знаний: архитектура и реализация .....	175
Прокопчук Ю. А., Институт технической механики НАНУ и ГКАУ Самойлов С. П., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В.Лазаряна, Украина	
Динамическая модель оценки надёжности функционирования программного обеспечения.....	176
Пудовкина Л.Ф., Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Украина.	
Формирование межпредметных связей при обучении применению САПР в процессе подготовки специалистов среднего звена.....	177
Тихонов А.П., Нижегородский индустриальный колледж, Россия	
Використання інформаційно-комунікаційних технологій у сучасному процесі навчання .....	178
Чорний Д.О., Штуца О.В., Херсонський національний технічний університет, Україна	

Как начать карьеру в компании по разработке программного обеспечения RubyGarage .....	180
Шум Е.И., RubyGarage, Украина	

## **ІНФОРМАЦІЙНА БЕЗПЕКА..... 181**

VPFILTER as a next-generation firewall .....	182
Klishch S. M., Guda A.I., National Metallurgical Academy of Ukraine, Ukraine	
Методи підвищення доступності та цілісності відеоінформаційних ресурсів в інформаційно-комунікаційних системах.....	183
Бабенко Ю.М., Київський національний університет ім. Т.Г.Шевченко, Україна	
Бабенко М.В., Дніпровський державний технічний університет, Україна	
Комплекс автоматизованого проектування елементів систем захисту інформації .....	184
Вахмістров М. О., Остапець Д. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, Україна	
Комплекс захищеного обміну повідомленнями .....	185
Євстігнєєв Д. І., Остапець Д. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Огляд та дослідження методів аутентифікації користувачів у веб-додатках.....	186
Заєць О.П., Лях А.С., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Анализ защищенности стандартов защиты Wi-Fi .....	187
Педенко И. А., Днипровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина	
Алгоритми шифрування в об'єктах з радіочастотним приймачем .....	188
Романенко В.А., ДВНЗ "Криворізький національний університет"	
Комплекс демонстрації парольної автентифікації за протоколом S/Key.....	189
Скаленко А. В., Остапець Д. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, Україна	
Демонстраційний комплекс стеганографічного захисту інформації та стеганоаналізу.....	190
Сухомлин О. О., Остапець Д. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Розробка програмного забезпечення для захисту власника електронного зображення в Інтернеті з використанням технологій блокчейн та IPFS.....	191
Шевченко І. В., Офатенко Р. О., Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», Україна	
Обґрунтування критеріїв оцінки моделі сталого економічного розвитку .....	192
Савчук Л. М., Удачина К. О., Савчук Р. В., Національна металургійна академія України, Україна	
Дослідження часових та функціональних характеристик реляційних баз даних .....	193
Терлецький І. А, Іванов О.П., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна	

Аналіз засобів конструктивного моделювання мереж Петрі для дослідження паралельних процесів.....	194
Парфенюк О.Р., Литвиненко К.В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. А. Лазаряна, Україна	
Дослідження впливу зазорів механічної передачі на роботу редуктора стрілочного електропривода.....	195
Буряк С. Ю., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Випробування математичної моделі роботи індуктивного зв'язку системи автоматичної локомотивної сигналізації .....	197
Гололобова О. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Обработка больших объёмов данных с использованием платформы Apache Hadoop.....	199
Голяк И.О., ДВНЗ Украинский государственный химико-технологический университет, Украина	

# ВІТАЄМО

учасників XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні та комунікаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті».

З кожним роком розширюється географія доповідачів та учасників конференції. На XIII конференції маємо представників 8 провідних закладів вищої освіти Придніпров'я та шести інших регіонів України: Києва, Харкова, Львова, Херсона, Хмельницького. Збільшилась кількість країн іноземних учасників. Зокрема, з Білорусії, Німеччини, Нідерландів, Грузії, Росії, Японії, Австралії, Італії, Чехії, Польщі, Данії, Словаччини, Йорданії, Казахстану та Швеції.

Серед доповідачів і учасників багато відомих вчених, молодих аспірантів та магістрантів, які тільки починають свій шлях у науці, роблять перші спроби наукових досліджень.

Конференція зацікавила не лише науковців, а й практиків відомих комп'ютерних компаній. Ними представлено понад 20 доповідей.

Висловлюємо впевненість, що робота конференції буде корисною для всіх її учасників. Живе обговорення доповідей дасть поштовх для нових досліджень та ідей, сприятиме поліпшенню якості досліджень, розширить коло творчих і особистих зв'язків.

Бажаємо всім натхнення і успіхів!

Оргкомітет конференції

# WELCOME

the participants of the XIII International scientific-practical conference "Modern Information and communication technologies in transport, industry and education".

Every year the geography of speakers and conference participants expands. At the XIII Conference we have representatives from 8 leading institutions of higher education in Dnipro and six other regions of Ukraine: Kyiv, Kharkiv, Lviv, Kherson, and Khmelnytsky. The number of foreign participants increased. In particular, Belarus, Germany, the Netherlands, Georgia, Russia, Japan, Australia, Italy, Czech Republic, Poland, Denmark, Slovakia, Jordan, Kazakhstan and Sweden.

Among the speakers and participants, there are a lot of well-known scientists, young graduate students, and master's students, who are just beginning their journey in science and making their first attempts at scientific researches.

The conference is interesting not only for scientists but also for practitioner programmers of well-known computer companies. More than 20 reports were represented by them

We are sure that the work of the conference will be beneficial for all its participants. A lively debate will give impetus to new research and ideas and will help to improve the quality of researches, expand the range of creative and personal relationships.

We wish you all the inspiration and success!

Conference Organizing Committee

**АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НА  
ТРАНСПОРТІ І В ПРОМИСЛОВОСТІ**

## **Automated system of assessment of technical status of mechanisms**

Sushko L.F., Dniprovsky State Agrarian and Economic University, Ukraine

Today, the process of documenting the technical state of the functioning of the mechanisms takes up much of the engineer's working time, but it is a necessary attribute of any institution. The systems for computer diagnostics of the technical state of mechanisms currently exist, but not everywhere. Due to the increasing volume of information for the technical diagnostics of mechanisms, there is a need for automation of the main processes of document flow.

Existing computer systems for the complex assessment of the technical state of the functioning of mechanisms do not always suit a number of enterprises in terms of the accuracy of data presentation, speed of information processing, memory requirements of computer facilities, structure of algorithms, etc. The situation is compounded by the fact that often each of the computer system's diagnostics mechanisms are implemented on the basis of different hardware, software and information standards. The lack of regulatory services and uniform standardization of controls leads to unjustifiably high costs for equipment maintenance and modernization. Hence arise the urgency of the task of creating modern computer systems of complex assessment of the technical condition of the functioning of mechanisms by taking into account a single information space.

The main purpose of the developed information system is to be a comprehensive solution to the problem of collecting and analyzing information about the technical state of the functioning of the mechanisms, as well as the tasks of managing the activity of the enterprise as a whole. Respectively, specific tasks are solved for each enterprise unit. However, the difficulties in determining the direction of focus for the enterprise significantly complicates the development and implementation of such information systems. The proposed computer system primarily optimizes the collection of information, assists the engineer in the monitoring and diagnosis of the technical condition of the functioning of the mechanisms, and helps to reduce errors by eliminating their negative effects. In general, our experience in developing such systems allows us to note that as a result of designing this class of systems, both the diagnostic component (including decision support functions) and the statistical component (analysis of heterogeneous data, preparation of reports for analysis and forecasting of mechanisms functioning), as well as economic (optimizing the financial activities of the organization).

The proposed computer system is aimed at solving the problem of automation of complex evaluation of the technical functioning of mechanisms. The system has minimum requirements for computer hardware. It does not require any additional paid software. Unlike the existing ones, the proposed system has a reasonable cost. For most industrial enterprises, this is crucial when choosing the right computer system. Moreover, the developed system is easy and comfortable to operate. The system has an intuitive and user-friendly interface that allows to its operator to quickly and effectively implement it into the industrial systems on an expert level; the system monitors the correctness of the electronic history. It is reminiscent to a user if some basic fields are not specified (repair data, repair requests, price details, and so on). The system has the ability to add custom templates for a particular unit. Compared to existing systems, the proposed systems are also multifunctional. The computer system is constantly updated to meet the requirements of its users.

## Гіс-технології в системах управління транспортними підприємствами

Анофрієв В.Г., Лапа О. П, Павленко Н. Є, Сенченко А. Д., Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН та МОН України, Україна

У сфері транспорту істотна частина інформації має просторовий компонент, тобто прямо або опосередковано дані прив'язані до місцевості та до розташованих на ній об'єктів інфраструктури. У цій галузі ГІС допомагає зрозуміти просторові взаємозв'язки в їхньому розвитку, вирішувати складні питання адміністративно-господарського керування та надає можливості створення корпоративної ІТ-архітектури з значно розширеним класом функціональних задач.

Це пов'язано з можливістю підтримки мережної топології, засобів її створення та редагування, наявністю інтерфейсів для роботи з інформацією на рівні схематичних представлень, використанням географічних систем координат і точної просторової прив'язки даних до території для об'єднання інформації з різних джерел, застосування функцій просторового аналізу та інше. Таким чином за допомогою ГІС можна вирішувати задачі технічної паспортизації, диспетчеризації, ремонтно-експлуатаційного обслуговування в умовах просторового відображення інформації. При розв'язанні задач обліково-експлуатаційного характеру для керування просторово розподіленими матеріальними ресурсами використання ГІС є логічним продовженням традиційних баз даних і облікових систем, додаючи до них здатність всебічно моделювати територіально розподілену інфраструктуру підприємства. ГІС надають можливість відображувати інформацію про місцезнаходження об'єктів інфраструктури, наприклад локомотивних або вагонних депо, пунктів технічного обслуговування, тягових підстанцій. Для вирішення цих завдань використовується платформа ESRI ArcGIS.

Функціонування такої системи розглянуто на прикладі проекту паспортизації вагонних депо Укрзалізниці – ГІС «Укрзалізняця». Розробка ПЗ пілотного проекту складається з декількох етапів. Після аналізу існуючих даних фактографічної БД «Основні засоби лінійних підприємств», та шарів ГеоБД «Україна 200» (локальна ГеоБД в форматі ESRI –Access, що містить в собі топографічну карту, оцифровану з карти 200-тисячного масштабу) були розроблені та реалізовані алгоритми міграції довідників та таблиць з фактографічної БД до локальної ГеоБД та виконане створення на їх основі тематичних ГІС-шарів(лінійні підприємства, залізничні станції, елементи дільниць обслуговування та ін.). Було створено декілька класів просторових об'єктів, та шляхом дигітування проведено векторизацію об'єктів ортопланів підрозділів лінійних депо та заповнення їх атрибутивних значень з таблиць фактографічної БД.

Пілотний проект виконано в середовищі ArcGIS Desktop 9.3.1. Досвід створення та використання інформаційної системи (ІС) «Укрзалізняця», як георозподіленої динамічної системи, на базі засобів локальної (desktop) системи ArcGIS призвів до потреби розширення її можливостей за рахунок WEB-засобів.

Перевагами веб-ГІС перед традиційними настільними ГІС є:

- надання веб-застосувань ГІС користувачам, що знаходяться в будь-якій точці, забезпечення доступу до застосувань з різних комп'ютерів;
- одночасне користування веб-застосуваннями ГІС багатьма клієнтами;
- можливість підтримки різних операційних системи веб-браузерами, оскільки вони в основному відповідають стандартам HTML і JavaScript;
- зручність користування різними фахівцями;
- єдиний механізм поновлення: при роботі з веб-ГІС одне оновлення працює для всіх клієнтів.

## **Особливості застосування пристроїв цифрового радіозв'язку в системах інтервального регулювання руху поїздів**

Гончаров К. В., Коваленко А. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Системи інтервального регулювання руху поїздів (СІРПП) використовуються для забезпечення безпеки руху та високої пропускної спроможності залізничних ліній. До таких систем відносяться напівавтоматичне та автоматичне блокування на перегонах, а також система електричної централізації на станціях. У поєднанні з СІРПП застосовується також система автоматичної локомотивної сигналізації АЛСН, за допомогою якої здійснюється передача показань колійних світлофорів на локомотив. В традиційних системах інтервального регулювання перегони розділяються на блок-ділянки, на кожній з яких може перебувати тільки один рухомий склад. В якості датчиків контролю вільності блок-ділянок, а також в якості каналу зв'язку між колійними та локомотивними пристроями АЛСН застосовуються рейкові кола.

В сучасних закордонних СІРПП достатньо широко застосовуються пристрої цифрового радіозв'язку. Наприклад, в Європейській системі керування залізничними перевезеннями ERTMS використовується система мобільного зв'язку GSM-R. Концепція розвитку ERTMS передбачає три рівня її впровадження, які обираються з урахуванням особливостей залізничних ділянок. Перший рівень ERTMS представляє собою уніфіковану точкову систему автоматичної локомотивної сигналізації, яка доповнює існуючі системи залізничної автоматики. При цьому для передачі на локомотив показань колійних світлофорів та іншої інформації використовуються точкові колійні прийомо-відповідачі (балізи). На другому рівні балізи передають тільки фіксовані данні (координату та обмеження швидкості), а інформація про поточну поїзну ситуацію та команди керування поступає на локомотив через мережу радіозв'язку GSM-R. При цьому зберігаються традиційні елементи контролю вільності залізничних ділянок (рейкові кола або лічильники осей). Третій рівень ERTMS базується на технології «рухомих блок-ділянок». В такій системі локомотивний пристрій безпеки визначає координати поїзда за допомогою баліз та пристроїв одометрії. Дана інформація через мережу радіозв'язку GSM-R передається в центр радіоблокування RBC, а потім – до поїзда, що рухається слідом, де розраховується допустима швидкість руху з урахуванням поточної координати поїзда, а також місцезнаходження хвоста поїзда, що рухається попереду.

На сьогоднішній день найбільшого розповсюдження отримали системи ERTMS першого та другого рівня. Третій рівень знаходиться ще в стадії доопрацювання та тестових досліджень. Крім цього, в деяких країнах світу використовуються системи, аналогічні ERTMS: в Китаї – система CTCС, у Сполучених Штатах – ITCS, в Росії – ITARUS-ATC, в Казахстані – СІРДП-Е.

З урахуванням світового досвіду можна виділити наступні напрямки застосування пристроїв цифрового радіозв'язку для удосконалення СІРПП в Україні.

1. Передача на локомотив інформації про тимчасові обмеження швидкості, а також відповідальних команд від ДСП або ДНЦ, наприклад «зупинка поїзда», «дозвіл проїзду червоного» та ін.

2. Передача на локомотив інформації про поточну поїзну ситуацію, а також команд керування поїздом.

3. Впровадження системи радіоблокування з використанням технології «рухомих блок-ділянок». Це дозволить суттєво збільшити пропускну спроможність залізничних ліній та зменшити експлуатаційні витрати. Проте впровадження систем радіоблокування можливе лише після ретельних досліджень та підтвердження їх функціональної безпеки.



## Удосконалення системи автоматичної ідентифікації рухомого складу

Гончаров К. В., Лисюк В. В., Міщенко М. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Для забезпечення безпеки руху поїздів та підвищення ефективності залізничних перевезень застосовуються різноманітні інформаційно-керуючі системи. Зокрема на залізницях різних країн світу використовуються системи автоматичної ідентифікації рухомого складу (CAI PC), які забезпечують автоматичне зчитування номерів вагонів та обробку даної інформації. В результаті впровадження таких систем підвищується достовірність і оперативність звітності про стан вагонних і локомотивних парків, зменшується штат співробітників, забезпечується впровадження безпаперових інформаційних технологій, високий рівень інформаційного сервісу у внутрішніх і транзитних міжнародних перевезеннях, підвищується інтенсивність вантажоперевезень за рахунок скорочення простоїв, запізень, порожніх пробігів.

Існують декілька типів CAI PC. Найбільш розповсюдженими є оптичні системи та системи радіочастотної ідентифікації (RFID). В оптичних системах ідентифікації застосовуються відеокамери, які фотографують бокові поверхні кожного вагону. В результаті програмної обробки отриманих зображень здійснюється розпізнавання номерів та ідентифікація вагонів. В якості прикладів можна навести апаратно-програмний комплекс ARSCIS (Automated Rolling-Stocked Cars Identification System) та систему ідентифікації на базі відеоспостереження «Інтелект», які застосовуються на промислових підприємствах в Росії. Головним недоліком оптичних систем є залежність від кліматичних умов та забруднень поверхні вагонів.

Технологія RFID передбачає розміщення на бокових стінках кожного вагона кодових бортових датчиків (RFID-міток), в яких зберігається номер вагона та інша інформація. Живлення бортових датчиків забезпечується за рахунок енергії електромагнітних хвиль СВЧ-діапазону, які випромінюють колійні пункти зчитування. Такі пункти розміщуються на входах та виходах станцій, а також в контрольних пунктах локомотивних та вагонних депо. Під час проїзду вагону в зоні дії пункту зчитування бортовий датчик активується та формує зворотну модульовану електромагнітну хвилю. В результаті демодуляції та декодування такої хвилі відбувається зчитування інформація з датчика. До таких CAI PC відносяться російська система «Пальма», американська система Amtech, які виконані відповідно до міжнародного стандарту ISO 10374, а також європейська система Dunicom. Технологія RFID забезпечує високу достовірність даних, проте потребує розміщення на кожному вагоні додаткового пристрою – кодового бортового датчика, що вимагає значних матеріальних та часових ресурсів.

В рамках даної роботи пропонується комплексна CAI PC та її поетапне впровадження. На першому етапі може використовуватись лише система оптичної ідентифікації, яка не потребує додаткового вагонного обладнання. Після встановлення кодових бортових датчиків буде забезпечена можливість для переходу на більш достовірну радіочастотну ідентифікацію. Монтаж бортових датчиків на всіх рухомих одиницях вагонного та локомотивного парку вимагає значного часу. У зв'язку із цим протягом перехідного періоду можливий варіант застосування гібридної системи з одночасним поєднанням оптичної та радіочастотної ідентифікації.

Для розпізнавання номерів вагонів на фотознімках в рамках даної роботи була створена нейронна мережа. Як показали дослідження, така мережа дозволяє ефективно визначити номер навіть в умовах поганої видимості та забруднення поверхні вагона. Також була розроблена математична модель RFID-системи, яка дозволяє визначити довжину зони чутливості RFID-зчитувача, максимальну швидкість поїзда, потужність передавача та інші параметри системи.

## **Розвиток АСУ Т для інформаційного обліку роботи приватної тяги на коліях загального користування АТ «Укрзалізниця»**

Ковдря Д.В., Цейтлін С.Ю., Гусева В.В., філія «ПКТБ ІТ» АТ «Укрзалізниця», Україна

Укрзалізниця останніми роками не може забезпечувати необхідну кількість рухомого складу для вантажоперевезень. УЗ забезпечує тягою основну поїзну роботу, а на безпосереднє обслуговування тисяч дрібних та середніх клієнтів вона вже засобів не має (подання та забирання вагонів, транспортування їх до станцій формування поїздів). Ефективним рішенням даної проблеми є застосування приватної тяги. Запуск пілотного проекту із задіянням приватної тяги для вантажних перевезень планується вже до кінця 2019 року.

На поточний час інформаційний облік наявності та використання локомотивів забезпечує Автоматизована система управління локомотивним господарством УЗ (АСУ Т) на платформі АСК ВП УЗ-Є. Для можливості обліку роботи приватної тяги на УЗ необхідно забезпечити в АСУ Т наступну інформацію:

Перелік підприємств – власників приватної тяги.

При отриманні дозволу на роботу на коліях загального користування АТ «Укрзалізниця» інформація по підприємству має бути внесена в відповідні довідники АСК ВП УЗ-Є (код підприємства, дільниці обслуговування, спеціалізація підприємства та ін.)

Парк приватних локомотивів.

Всі приватні локомотиви, що мають дозвіл на курсування на коліях УЗ, мають бути зареєстровані в єдиній картотеці ТРС АСК ВП УЗ-Є (серія, номер, підприємство-власник, паспортні дані). Локомотиви можуть бути оснащені засобами бортової автоматики.

Штат приватних локомотивних бригад (при обслуговуванні своїми бригадами).

Всі працівники приватних локомотивних бригад, що мають дозвіл на роботу коліях загального користування, мають бути зареєстровані в єдиній картотеці локомотивних бригад АСК ВП УЗ-Є (ПІБ, табельний номер, підприємство, права, посада, медогляди та ін.)

Оперативні дані про операції з приватним локомотивами та бригадами.

Інформація про операції з приватним локомотивами та локомотивними бригадами має надходити в АСК ВП УЗ Є з наступних джерел:

робота на коліях УЗ - з АРМів станційних працівників (АРМ СТ\_Д);

ремonti та ТО в локомотивних депо - з АРМів чергових по депо (АРМ ТЧД);

операції на власному підприємстві – з власної АС.

При наявності бортової автоматики операції формуються з урахуванням відповідних даних АС залізничної автоматики.

Дана інформація забезпечить оперативний контроль стану та дислокації приватних локомотивів та бригад, формування оперативних звітних та облікових форм для аналізу наявності, стану та використання приватної тяги.

Первинні документи обліку роботи (по типу маршруту машиніста).

Для обліку виконаної бригадою роботи використовується первинний обліковий документ – маршрут машиніста. Інформація з даних документів має надходити в АСК ВП УЗ -Є, де буде виконана їх повна обробка (таксування). На підставі оброблених маршрутів розраховуються загальні показники виконаної роботи приватними локомотивами та формуються відповідні звітні форми:

- для обліку виконаної роботи;
- для обліку витрат паливно-енергетичних ресурсів;
- для нарахування зарплати працівникам локомотивних бригад;
- для взаєморозрахунків з АТ «Укрзалізниця» та клієнтами.

Для забезпечення повноти та достовірності обліку роботи приватної тяги на УЗ доцільно впровадження на підприємстві приватної тяги власної АС, яка має взаємодіяти з АСК ВП УЗ-Є та забезпечити власні потреби підприємства.

## Напрямки інформатизації процесів ресурсозбереження міського електричного транспорту

Козлова О.С., Харківський національний університет міського господарства  
імені О. М. Бекетова, Україна

Для подальшого підвищення ефективності роботи електричного транспорту, його конкурентноздатності на ринку транспортних послуг необхідно приділяти значну увагу інформатизації галузі на базі сучасних засобів зв'язку й обчислювальної техніки. Проблема автоматизації й інформатизації для галузі не нова. Міський електричний транспорт країни оснащений низовими засобами автоматизації – автоблокуванням, електричною і диспетчерською централізацією, диспетчерським контролем. Десятиліттями розроблялися і впроваджувалися елементи і підсистеми автоматизованої системи управління електричним транспортом. Однак задачі, що стоять перед галуззю в період реформування економіки країни, вимагають принципово нових рішень. На підприємствах міського електротранспорту з метою раціонального споживання ресурсів доцільно використовувати інтегровані інформаційні системи підтримки прийняття оптимальних рішень серед альтернативних варіантів. Метою інформаційної системи підтримки прийняття рішень є організація і управління прийняттям рішень при розробці і реалізації проектів на основі сучасних технологій обробки інформації. Основними функціями цих систем є: збір, передача і збереження даних; змістовна обробка даних у процесі рішення функціональних задач управління проектами; представлення інформації у формі, зручній для прийняття рішень; доведення прийнятих рішень до виконавців.

На основі аналізу літератури при виборі програмного забезпечення для управління проектами ресурсозбереження на міському електротранспорті можна виділити наступні три групи критеріїв: 1) операційні критерії (функціональні можливості), такі як розрахунок розкладу, витрат і відстеження виконання робіт; графік Гантта, облік ймовірнісної оцінки тривалості робіт; облік впливу наявності і кількості ресурсів на тривалість робіт; аналіз «витрати – час»; визначення прямих витрат і накладних витрат, визначення категорій вартості і т.п.; 2) кількість усіх ресурсів для однієї роботи або проекту; кількість різних ресурсів для декількох одночасно відкритих проектів; облік поновлюваних ресурсів (трудові ресурси); облік ресурсів, що витрачаються, (матеріали) та вирівнювання ресурсів; планування з урахуванням альтернативних ресурсів, завдання пріоритетів робіт на використання ресурсів та завдання графіка доступності ресурсів; 3) визначення організаційної структури, максимальне число її рівнів та логічна перевірка на цілісність; визначення бюджетної вартості запланованих робіт, а також облік планової вартості виконаних робіт; облік фактичної вартості виконаних робіт, розрахунок відхилень за витратами і розбіжностей за конкретний період і зростаючим підсумком.

Вибір програмного продукту з відомого на ринку програмного забезпечення для вирішення проблеми ресурсозбереження на міському електротранспорті, насамперед, проводиться на основі перерахованих критеріїв та сформульованих задач, які буде потрібно вирішувати в системі управління при застосуванні проектної форми планування і управління. Аналізувалися дані про програмне забезпечення для систем управління проектами ресурсозбереження, що найбільш розповсюджене на українському ринку та ринку СНД і яке можна рекомендувати до впровадження на підприємствах міського електротранспорту, таке як Microsoft Project, Open Plan, Primavera Project Planner, SureTrak Project Manager, Spider Project, Project Expert, 1С-Рарус: Управление проектами. Аналіз свідчить, що для підприємств міського електротранспорту доцільно використовувати систему управління проектами Microsoft Project, яка стала додатком до Microsoft Office. В останній версії системи значна увага приділяється використанню сучасних стандартів, що дозволяють ефективно інтегрувати пакет з іншими додатками.

Досвід впровадження в галузі інформаційних технологій свідчить, що їх забезпечення ще не достатнє і потребує розробки та впровадження відповідних проектів, особливо це актуально для оптимізації споживання ресурсів та їх моніторингу. В умовах дефіциту інвестиційних коштів повинно бути поставлено завдання організації наукових досліджень з поетапним впровадженням їх результатів на підприємствах міського електротранспорту і підсилення практичної спрямованості роботи в області інформаційних технологій.

## Развитие компьютерной инженерии: от ИТС к СТС

Косолапов А.А., Назарова Д.И., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, Украина

Мы живем в эпоху динамичного изменения производственно-технологических систем и технологий на основе массового внедрения компьютерных систем и сетей. С момента появления первых компьютеров (середина 40-х годов до нашего времени) изменялась и парадигма компьютерной инженерии. (Парадигма - (от греч. *παράδειγμα*, «пример, модель, образец») — совокупность фундаментальных научных установок, представлений и терминов, принимаемая и разделяемая научным сообществом и объединяющая большинство его членов. Обеспечивает преемственность развития науки и научного творчества. Это «модель постановки проблем и их решения» (Томас Кун (1975)).

В области компьютерной инженерии смену парадигм определяли три основные характеристики (или цели проектирования) компьютерных систем - КС. При первой парадигме основной задачей было повышение быстродействия КС (их называли ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМИ СИСТЕМАМИ - ВС). С развитием сетевых технологий главной задачей становится обеспечение доступа к данным «здесь и сейчас» и все КС и парадигму называют ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ- ИС. Их иногда называли сетевыми системами. Следующий этап (парадигма) - ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ, В данной парадигме рассматривались системы с распределенным интеллектом и широким использованием эволюционных моделей и методов решения задач управления механизмами, устройствами и системами.

В настоящее время происходит появление новой парадигмы, которая связана с проектированием и внедрением СОЦИО-ТЕХНИЧЕСКИХ КС (СТС) , которые называются человеко-центричными КС. Хотя этот термин предложен в 1960 годах Эриком Тристом (*Eric Trist*) и Фредом Эмери (*Fred Emery*), эффективная реализация СТС стала возможной только на основе трех предшествующих парадигм (ВС, ИС, ИТС). В СТС наконец-то приступили к реализации интеллектуального интерфейса, выделяют три подсистемы:

**Техническая подсистема** включает устройства, инструменты и технологии, которые улучшают экономическую эффективность предприятия.

**Социальная подсистема** включает занятых в организации служащих (знания, умения, настрой, ценностные установки, отношение к выполняемым функциям).

**Подсистема среды.** Если анализировать организацию в более широком контексте, тогда в качестве факторов должны учитываться связи предприятия с окружающей средой, с технологией и технологическими процессами.

Достичь высокой эффективности функционирования предприятия возможно, оптимизируя её подсистемы и их взаимодействие.

В работе предлагается унифицированное описание всех парадигм компьютерной инженерии на основе введенного понятия архитектура КС. Оно включает восемь видов обеспечения КС для решения определенного класса задач при управлении организационно-технологическими системами. Они включают: техническое (ТО), математическое (МО), программное (ПО), информационное (ИО), лингвистическое (ЛО), метрологическое (МетрО), организационное (ОО) и документальное (ДО) обеспечения. В ВС основное внимание уделялось ТО и МО, в ИС – ТО (сетевое) и ИО, в ИТС – МО, ЛО, ПО, в СТС – ОО, ДО, ИО, ТО, МетрО. В зависимости от специфики СТС могут усиливаться или ослабевать требования к видам обеспечения.

## **Исследование точности работы точечных измерителей скорости в системах управления скатыванием вагонов с горки**

Остапец Д. А., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В.Лазаряна, Украина,

Говор О. В., OpenX Poland sp. z o.o., Польша,

Безденежных П. Е., ZooPlus AG, Германия

Многолетний опыт создания и эксплуатации систем автоматизации горок на сортировочных и грузовых станциях промышленного железнодорожного транспорта показал, что применение в таких системах дорогостоящих и требующих тщательного обслуживания радиолокационных измерителей скорости нецелесообразно.

В системах управления такого класса обычно используются т.н. точечные измерители скорости. Точечные измерители скорости – это специальные путевые датчики, попарно установленные на спускной части горки в зоне торможения отцепов.

В рамках работ по созданию подобных систем в начале 1970-х гг. на кафедре ЭВМ ДИИТа был специально разработан датчик скорости ДС–1. Затем, после проведенных испытаний и исследований, была проведена модернизация датчика. В результате разработан датчик ДС–2, используемый до сих пор.

Измеритель скорости ДС–2 представляет собой две катушки индуктивности, расположенные в одном корпусе. Скорость прохождения колеса над датчиком рассчитывается упрощенно по формуле для равномерного движения на основании измеренного времени прохождения реборды колеса над катушками.

Точечные измерители скорости ДС–2 использовались в ряде информационно-управляющих систем. В первую очередь, это системы АУСВ трех поколений. Несмотря на достаточно большой опыт эксплуатации датчиков ДС–2, ни теоретической, ни экспериментальной оценки характеристик их надежности и точности не проводилось.

Основными причинами возникновения неточностей измерения скорости являются упрощенность соотношения расчета скорости (реальный закон движения отцепки ускоренный или замедленный, а не равномерный) и погрешность установки катушек в корпус датчика по их магнитным центрам.

Для теоретического исследования точности измерения скорости датчиками ДС–2 в среде MathCAD, с учетом ряда допущений, разработана специальная имитационная модель. Параметрами оценки точности работы датчиков приняты абсолютная и относительная погрешности измерения скорости.

В основу имитационной модели легли полученные в работе аналитические зависимости для определения таких погрешностей.

В результате моделирования получены величины и графики зависимости абсолютной и относительной погрешностей от начальной скорости и ускорения (замедления) отцепки для различных режимов их торможения замедлителями и свободного скатывания с горки.

Моделирование производилось для прицельного торможения в условиях систем АУСВ-У, АУСВ-МК: скатывание одиночных порожних четырехосных полувагонов, регулирование скорости на тормозной позиции, состоящей из трех замедлителей РНЗ с общим управлением и др.

Результаты работы могут быть использованы при выполнении горочных расчетов и построении имитационных и математических моделей систем АРС с точечными измерителями скорости.

## Економія витрат вугілля на опалення пасажирських вагонів

Півень В.О., Квірікадзе В.Р., філія «ПКТБ ІТ» АТ «Укрзалізниця», Україна

В умовах значної вартості енергоносіїв гостро стоїть питання енергозбереження та енергоефективності. Під час експлуатації вагонів властивості теплоізоляції погіршуються через старіння під дією температури, вологості, вібрації, корозії та інших факторів впливу. Це приводить до зайвих витрат вугілля на опалення пасажирських вагонів. Через відсутність обґрунтованої системи нормування витрат вугілля на опалення пасажирських вагонів в поїздах, пунктах відстою і в ремонті використовується велика кількість вугілля, нерідкі випадки зловживання службовим становищем. В даних умовах необхідне проведення комплексу заходів з відновлення теплотехнічних властивостей пасажирських вагонів і кардинальних змін в системі планування і контролю вугілля для опалення пасажирських вагонів.

На теперішній час діє «Інструкція по технічному обслуговуванню опалювальної установки пасажирського вагона (№ЦЛ-0024)», що затверджена наказом Укрзалізниці від 29.12.2000р. №632-Ц, згідно якої перед поїздкою вагона повинен завантажуватися повний рундук вугілля, незалежно від довжини маршруту і температури навколишнього середовища. Ці обставини приводять до перевитрат вугілля на опалення пасажирських вагонів, створення умов для різного роду зловживань з вугіллям, неможливості обґрунтування витрат вугілля виходячи з середньодобової температури і нормативного рівня якості вугілля.

Витрати вугілля залежать від температури навколишнього повітря, якості вугілля і теплопровідності кузова вагона. Значна економія вугілля може бути досягнута шляхом впровадження інформаційної технології, що заснована на нормуванні витрат вугілля і прогнозуванні погоди з мережі Інтернет по шляху прямування пасажирського поїзду. На теперішній час в Дніпровському пасажирському вагонному депо реалізований пілотний проект системи планування та контролю витрат вугілля на опалення пасажирських вагонів виходячи із прогнозу погоди з мережі Інтернет і якості вугілля. Впровадження дало значний економічний ефект, проте розробка не враховує фактори, що обумовлені оцінкою теплоізоляційних властивостей пасажирських вагонів, а також не передбачає аналіз витрат вугілля виходячи із реального температурного режиму експлуатації вагонів.

Розрахунок потреби вугілля на опалення пасажирських вагонів пропонується проводити по наступному алгоритму:

- з мережі Інтернет отримується прогноз погоди по станціям прямування поїзда. Для гарантії забезпечення необхідного теплового режиму розрахунок проводиться по прогнозованій мінімальній температурі в пунктах проходження поїзду, станціях формування та обороту поїзда;

- визначається норма витрат вугілля по Інструкції ЦЛ-0024;

- проводиться теплоаудит кузовів пасажирських вагонів з метою визначення їх тепловтрат. На підставі теплоаудиту по кожному вагону визначається поправочний коефіцієнт тепловтрат;

- враховується марка та сорт вугілля, так як теплотворна здатність окремих сортів може значно відрізнятись. Визначається поправочний коефіцієнт;

- для кожного поїзду визначається час знаходження у рейсі та відстої.

- визначається потреба у вугіллі на опалення пасажирського вагона з врахуванням всіх вищенаведених параметрів.

Контроль витрат вугілля пропонується проводити шляхом порівняння фактичних витрат з нормативною та розрахунковою потребами

Більш точний облік теплотехнічних параметрів кожного вагона дозволить обґрунтувати нормативи витрат вугілля на його утримання. Розвиток інформаційної технології нормування вугілля і її тиражування на всі структурні підрозділи пасажирського вагонного господарства Укрзалізниці дозволить заощадити сотні тон вугілля.

## Удосконалення технології роботи прикордонної станції Х

Примаченко Г. О., Ісаченко М. С., Сологуб Н. Ф., Торбін І. Ю., Український державний університет залізничного транспорту, Україна

Проведено аналіз технології роботи на прикордонній станції Х. Було виявлено, що спостерігаються значні понаднормові простой поїздів на станції. При цьому слід зазначити, що до основних причин, які викликають простой слід віднести: несвоєчасне виконання маневрових робіт, в тому числі по подачі вагонів, перевищення норм часу на митний і прикордонний контроль, неузгоджені дії працівників станцій, прикордонників і митників. Досить часто причиною простою є несвоєчасне надання станціями контролюючим органам (прикордонним, митним службам і т. п.) необхідних додаткових відомостей про підхід поїздів з вантажем, що вимагають спеціального догляду, про відправлення маршрутів однорідного вантажу для контролюючих органів. Скорочення тривалості затримок поїздів на кордоні має велике значення для зміцнення позицій залізничного транспорту на ринку перевезень в міжнародному сполученні. Вирішити цю задачу можна, в тому числі за рахунок змін в обсязі і характері прикордонних процедур, впровадження сучасних інформаційних технологій. Операції на прикордонних переходах являють собою складний комплекс заходів, в якому задіяні не тільки представники залізниць. Так в роботі з поїздами на прикордонних станціях беруть участь митні, карантинні та інші служби. Найчастіше саме в результаті їх діяльності зростають простой поїздів, в той час як технічні питання, які залежать від залізниць, вирішуються більш оперативно. Але частина затримок відбувається і з вини залізничників. В цілому основною причиною затримки поїздів на прикордонних станціях можна вважати, відсутність належного взаєморозуміння між службами дороги і контролюючими органами, зацікавленості з боку митників і прикордонників у пропуску максимальної кількості составів. Для прискорення обробки составів на прикордонній станції пропонується вирішувати питання взаємодії прикордонних і залізничних служб, оцінки техніко-технологічних параметрів прикордонних станцій. При цьому необхідно розробити і впровадити типовий перелік технічного оснащення прикордонних залізничних станцій в залежності від категорії лінії і розмірів руху, який повинен бути узгоджений з прикордонними і митними органами. Методика передбачає створення спільних пунктів комерційного і технічного огляду. Це дозволить проводити огляд одноразово, включаючи його повторення на суміжній території, а так само оперативне прийняття рішень з питань забезпечення схоронності вантажів, безпеки руху, тощо. З метою скорочення часу обробки составів, а також зменшення числа повернень вагонів через порушення в оформленні перевізних і супровідних документів на станції в рамках розробленої технології пропонується система попереднього декларування вантажів. Вона дозволяє заздалегідь до прибуття вагонів на прикордонну станцію підготувати документ контролю за доставкою товару або транзитну декларацію. Враховується впровадження автоматизованих робочих місць агента передачі, працівників технічного обслуговування і комерційного огляду, товарного касира, чергового по станції. Процес прийому-здавання вагонів автоматизований і проводиться за допомогою автоматизованої системи управління прикордонної станції, в якій реалізована можливість підключення декількох автоматизованих робочих місць і забезпечена можливість їх паралельної роботи при оформленні одного або декількох поїздів. Для прискорення пропуску вантажів в системі передбачено формування довідкових даних для відділу прикордонного контролю. Впровадження універсальної методики проведення суміщених станційних і прикордонних операцій та створення єдиного інформаційного середовища дозволить скоротити час виконання даних операцій.

## **Питання розвитку інформаційних технологій для ефективного функціонування вагонного господарства АТ «Укрзалізниця»**

Цейтлін С.Ю., Коваленко Л.О., Школяр Я.М., філія «ПКТБ ІТ» АТ «Укрзалізниця»,  
Україна

Ефективне використання рухомого складу для забезпечення зростаючих потреб залізниць у вантажних вагонах завжди є актуальним. Досягнення цієї мети може бути реалізоване в тому числі за рахунок розвитку автоматизованого обліку знімних деталей вантажного вагону, який дасть можливість своєчасного моніторингу технічного стану, запобігання несанкціонованій заміні та створить умови для зменшення відмов вагонів у міжремонтний період.

Автоматизований облік знімних деталей вантажного вагону з точки зору застосування інформаційних технологій необхідно розділити на оперативний облік та облік картотечних даних.

На поточний момент оперативному обліку підлягає наступний перелік знімного обладнання, яке встановлюється під вантажні вагони при їх побудові, плановому та технічному обслуговуванні з відчепленням:

- Колісна пара в зборі;
- Деталі візку (бокові рами та надресорні балки);
- Гальмівне обладнання (авторежим, авторегулятор, магістральна частина повітродозподільника, головна частина повітродозподільника).

Облік реалізується шляхом введення до інтегрованої бази даних АСК ВП УЗ-Є інформації в розрізі Листків обліку комплектації за допомогою повідомлення 4634 засобами АРМ ПТО ВЧД.

В рамках розвитку ІТ технологій в 2018 році були проведені роботи в частині оперативного обліку гальмівного обладнання, які включали в себе розробку та впровадження програмного забезпечення, яке реалізує введення до інформаційних мереж національного рівня інформації про комплектацію вантажних вагонів гальмівним обладнанням, та формування відповідних інформаційних довідок в середовищі СКІП УЗ.

Для реалізації автоматизованого обліку необхідно вести життєвий цикл деталі, як окремого об'єкту від побудови до виключення, включаючи виконані ремонти та модернізації, які змінюють конфігурацію деталей.

Пілотним напрямком автоматизованого обліку картотечних даних знімних деталей вантажного вагону обрано розробку картотеки колісних пар вантажних вагонів. В рамках реалізації розроблено та затверджено «Методику створення картотеки колісних пар вантажних вагонів». У документі сформульовані вимоги і методика створення єдиної автоматизованої системи обліку та руху колісних пар вантажних вагонів (АСО КПВВ). Під АСО КПВВ розуміється сукупність програмних, технічних та технологічних засобів, необхідних для підтримки в реальному режимі часу інформації про наявність, переміщення, технічний стан та дислокацію колісних пар вантажних вагонів, що входять в дану систему. На основі Методики розроблено технологію та програмне забезпечення введення до АСК ВП УЗ-Є паспортів колісних пар вантажних вагонів, які на разі успішно вводяться робітниками вагонного господарства засобами АРМ ПТО ВЧД. На поточний момент в інформаційних системах триває розробка Ремонтних карток колісних пар.

Також в рамках розвитку ІТ складової бізнес процесів роботи вагонного господарства триває розробка системи сертифікації прийнятої продукції для збору колісних пар вантажних вагонів, а саме чорнових осей та суцільнокатаних коліс.

Всі вищевказані ІТ продукти розробляються в рамках єдиної системи обліку складових частин вантажного вагону що допоможе оптимізувати витрати на ремонт рухомого складу та призведе до значного економічного ефекту в галузі.



**СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ  
ПРОЦЕСАМИ, МІКРОПРОЦЕСОРНІ СИСТЕМИ**

## **Parallel forms of different circuit algorithms**

Shvachych G.G., Karpova T.P., National Metallurgical Academy Of Ukraine, Ukraine

Ivaschenko O.V., Sushko L.F., Dniprovsky State Agrarian and Economic University, Ukraine

Actuality of the problem of developing numerical methods for solving multidimensional systems of parabolic quasilinear equations describing the processes of heat and mass exchange in various mechanisms and devices is undeniable. To date, there have been several trends in the development of computational methods with complex logical structures, which have a higher order of accuracy than traditional finite-difference methods. A number of proposals are not quite equivalent to one another but are pursuing one stereotypical goal - to reduce the problem of three-dimensional distribution of the domain of changing variables to a sequence of circuits that exclude unknown quantities in one direction (alternately in the longitudinal, transverse and vertical), which can be considered serious progress in the field of solving multidimensional spatial problems. Note that the use of implicit schemes in this case leads to systems of linear algebraic equations (SLAR) having a three-diagonal structure. Thus, the adoption of the methodological basis of the difference schemes splitting procedure; first, it provides an economical and sustainable implementation of numerical models by the method of scalar runs and secondly, it is known that the greatest effect of a parallel processor is achieved when it is used to perform matrix calculations of linear algebra. This circumstance is crucial for the application of the developed approach in multiprocessor computing systems.

These studies are aimed at highlighting the issue of constructing maximal parallel forms of algorithms for difference circuits having a three-diagonal structure. The peculiarities of parallelization by permutations, as well as the piecewise analytical method of straight lines, are revealed.

Most conventional algorithms for solving tri-diagonal equation systems (run methods, matrix decomposition to tri-diagonal form, duplication, and the like) are shown to work faster with the presence of multiple processors than one processor. The reason for this is the essential sequence of calculations of these algorithms. On the contrary, the proposed "odd-even" reduction algorithm conceals many possibilities for parallelization. It can be explained by the usage of the permutation algorithm which solves the system of equations from two ends at the same time. Therefore, it can be very promising to connect triangular systems on parallel computing systems. Note, that in this method of applying graphs to describe and investigate the general mapping of problems of computational mathematics of the algorithm developed for the architecture of parallel computing systems, makes this procedure evident.

The parallelization of three diagonal systems based on numerical-analytical sampling methods showed that there are no restrictions on the topology of grid nodes in the computational domain. And, in addition, with regard to the parallel computation of arithmetic expressions, it separates the error of the initial data from the rounding operations inherent in a real PC. This is possible due to the fact that such an approach generally eliminates the recurrent structure of the calculation of the desired solution vectors, which, as a rule, leads to the accumulation of rounding errors. In such circumstances, the parallel form of the algorithm constructed in this way is the maximum, and therefore has the minimum possible time for the implementation of the algorithm, if not on real, at least hypothetical parallel computing systems.

## **Цифровизация работы сортировочных станций на основе дистанционного акустического зондирования**

Бурченков В. В., Белорусский государственный университет транспорта,

Республика Беларусь

Для решения задач по цифровизации работы сортировочных станций, с одновременным сокращением эксплуатационных затрат, необходимо применение эффективных инновационных систем управления горочными локомотивами с высокоточным определением местоположения подвижного состава на путях надвига и в сортировочных парках.

На сортировочных станциях эксплуатируются различные системы и устройства автоматизации и централизации контроля и управления. Однако, ни одна из этих систем не формирует полноценную вагонную цифровую модель сортировочного процесса на станции в реальном масштабе времени. Это обусловлено отсутствием требуемого количества напольных датчиков, фиксирующих непрерывное перемещение и местонахождение каждой подвижной единицы на путях сортировочной станции с высокой точностью.

В настоящее время ряд развитых железных дорог уделяет повышенное внимание разработке технологии мониторинга подвижного состава, основанной на распределенных виртуальных акустических датчиках в оптоволоконном кабеле. Применение технических решений на основе волоконной брэгговской решетки (Fibre Bragg Grating – FBG) подтвердило принципиальную пригодность оптоволоконных технологий для распределенного акустического зондирования DAS (Distributed Acoustic Sensing) и выявления изменений в отражениях световых сигналов, посылаемых в кабель лазерным источником. Специально разработанные алгоритмы обработки сигналов позволяют фиксировать проход колес подвижного состава, что дает возможность на сортировочных станциях осуществлять непрерывное слежения за перемещением вагонов и локомотивов, мониторинга свободности и занятости путей сортировочного парка.

Совместное действие системы DAS, регистрирующей перемещение состава на конкретном пути и системы регистрации прохода колес для счета физических подвижных единиц, реализуют возможность конкретной локализации вагона на определенной координате пути. Пространственное разрешение чувствительных элементов оптического волокна, при его монтаже вблизи рельсов, составит 0,2 м. При длине волоконно-оптического кабеля порядка 1250 м (равного длине станционного пути) обеспечивается действие примерно 6250 независимых акустических датчиков, размещенных вдоль пути. Это позволит осуществлять непрерывный высокоточный контроль местонахождения вагонов и локомотивов на всем станционном пути.

Для эффективной реализации переменной скорости роспуска актуально оперативное использование координатно-временной информации для автоматического контроля местоположения горочного локомотива, обеспечивающей автоматическое позиционирование расформируемого состава на пути надвига.

Важное значение имеет определение координат «окон» в сортировочном парке для сокращения непроизводительных потерь времени и ускорения темпов работ по осаживанию или подтягиванию вагонов. Полученную информацию от напольных датчиков системы DAS о количестве и типе вагонов в движущемся отцепе можно использовать для выявления нарушений процесса нормального хода роспуска, связанного с появлением «чужаков» на путях сортировочного парка. В этом случае непрерывное слежение за отцепом будет являться дополнительным каналом получения информации в подсистеме управления прицельным торможением отцепов на сортировочной горке.

## Параметрична оптимізація кінематичної структури та законів руху дволанкової маніпуляційної системи

Демидюк М.В., Демидюк В.М., Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С.Підстригача НАН України

Одним із ефективних підходів до покращення функціональних характеристик маніпуляційних роботів є використання оптимальних режимів керування їх рухом. Тому розробка математичних моделей маніпуляційних систем та побудова відповідного алгоритмічного і програмного забезпечення для оптимізації їх керувань є важливою задачею робототехніки.

Нижче досліджуємо задачу оптимізації кінематичної структури та законів руху дволанкового маніпулятора, який під дією керувань  $u_1(t)$ ,  $u_2(t)$  (моментів сил у шарнірах системи) виконує транспортну операцію в горизонтальній площині: протягом заданого часу  $T$  переносить вантаж із початкового положення  $(x_0, y_0)$  у задане кінцеве  $(x_T, y_T)$ . Швидкість вантажу на початку та в кінці руху вважаємо нульовою. Для заданих  $x_{0,T}$ ,  $y_{0,T}$  відповідні кутові координати маніпулятора  $\alpha(t)$ ,  $\beta(t)$  визначаються неоднозначно:  $\alpha(\tau) = \alpha_\tau^\pm$ ,  $\beta(\tau) = \beta_\tau^\mp$ ,  $\dot{\alpha}(\tau) = \dot{\beta}(\tau) = 0$ ,  $\tau = 0, T$ . Тут набори значень  $\{\alpha_\tau^-, \beta_\tau^+\}$ ,  $\{\alpha_\tau^+, \beta_\tau^-\}$  відповідають різним напрямкам випуклості кінематичного ланцюга маніпулятора в момент часу  $\tau$ . Загалом, маємо множину  $\Omega$  таких конфігурацій: (I) –  $\{\alpha_0^-, \beta_0^+\}$ ,  $\{\alpha_T^-, \beta_T^+\}$ ; (II) –  $\{\alpha_0^-, \beta_0^+\}$ ,  $\{\alpha_T^+, \beta_T^-\}$ ; (III) –  $\{\alpha_0^+, \beta_0^-\}$ ,  $\{\alpha_T^-, \beta_T^+\}$ ; (IV) –  $\{\alpha_0^+, \beta_0^-\}$ ,  $\{\alpha_T^+, \beta_T^-\}$ .

Сформулюємо задачу оптимізації. Для заданої транспортної операції визначити таку конфігурацію дволанкового маніпулятора  $(P^*) \in \Omega$  та відповідні керування  $u_1^*(t)$ ,  $u_2^*(t)$ ,  $t \in [0, T]$ , для яких маніпулятор виконає операцію з мінімальним значенням функціонала  $E = \int_0^T [u_1^2(t) + u_2^2(t)] dt$ . Зауважимо, що даний функціонал часто використовують у задачах оптимального керування маніпуляційними системами. У разі, коли маніпулятор керується електродвигунами постійного струму, цей функціонал (за певних припущень) характеризує сумарну кількість тепла, що виділяється в обмотках двигунів.

Розроблено алгоритм побудови субоптимального розв'язку сформульованої задачі. Алгоритм ґрунтується на методиці параметричної оптимізації. Кутові координати ланок маніпулятора параметризуємо сумою кубічного полінома та скінченого ряду по системі заданих функцій (тригонометричні функції, класичні ортогональні поліноми) з невідомими коефіцієнтами. Коефіцієнти кубічного полінома визначаємо (в аналітичному вигляді) із початкових та кінцевих умов руху маніпулятора, коефіцієнти рядів знаходимо під час розв'язання відповідної задачі нелінійного програмування. Запропонований алгоритм реалізовано у вигляді комп'ютерної програми (в програмному середовищі MS Visual C#, 2012). Проведено низку числових експериментів, які підтвердили ефективність алгоритму та програми.

Аналіз отриманих числових результатів свідчить, що для заданої транспортної операції субоптимальний режим руху дволанкового маніпулятора суттєво залежить від граничних конфігурацій його ланок. Наприклад, для використаного під час розрахунку модельного прикладу для конфігурацій набору (I) значення  $E^*$  є приблизно у три рази меншим за аналогічну характеристику для конфігурацій (II).

Отже, для дволанкових маніпуляційних систем граничні конфігурації кінематичної структури маніпулятора істотно впливають на енергетичні характеристики маніпулятора і повинні враховуватися на етапі проектування режимів керування.

## Информационные технологии диагностики контактных проводов электрифицированных железных дорог

Доманский И. В., Харківський національний університет міського господарства  
імені О. М. Бекетова,

Переверзев К. В., г. Киев ООО «ДАК-Энергетика», Україна,

Шевяков С. М., ООО «МСД Холдинг», Россия

Основа обеспечения безопасности движения – это системы диагностики состояния устройств инфраструктуры, которые позволяют предвидеть возможные их отказы и своевременно устранять аварийные ситуации. Как показали расчеты, за прошедшие 10 лет произошли изменения рисков отказов, которые отразили нарастание процессов старения, износа и деградации контактной сети (КС). Наиболее значим риск отказов контактного провода (КП). Риск связан с перерывами в движении поездов и в денежном выражении настолько велик, что требует кардинальных решений в области инвестиций в новые системы диагностики токосяема. Быстродействующая лазерная система диагностики КП применяется в составе комплекса измерительно-вычислительного вагона-лаборатории испытаний контактной сети, причем непосредственно модуль износа устанавливается на отдельном измерительном токоприемнике.

Работа системы диагностики КП основана на принципе фиксации формы профиля изношенной части КП с последующим вычислением остаточной высоты или остаточной площади сечения КП, а также измерение положения КП относительно оси токоприемника.

Значительно увеличить информативность системы может применение светодиодной подсветки, эффективно освещающей всю поверхность нижней части КП и элементов зажимов, совместно с возможностью получения полного кадра изображения на входе информационно – вычислительного комплекса. Таким образом, многие неясные ситуации, вызванные недостаточной информативностью измерительной системы, возможно, будет разрешить в режиме реального времени, путем визуальной или программной оценки полученных кадров соответствующих вызывающему вопросы участку КС.

Исходя из оптических характеристик объективов, разрешения кадра и дистанции на которой располагаются камеры относительно измеряемых объектов – поле зрения вдоль КП составляет  $l = 37$  мм. Максимальная скорость функционирования системы составляет  $v = 72$  км/ч. Максимальное время  $T$  получения одного кадра, при котором обеспечивается непрерывное сканирование КС, определяется выражением:

$T = c * (l / v)$ , где  $c = 0.0036$  – коэффициент приведения значений к таблице СИ.

При заданных значениях  $l$  и  $v$ ,  $T = 0.00185$  с, что соответствует частоте получения кадров  $f = 541$  к/с. Требуемая пропускная способность канала  $C$  для передачи только несжатого изображения для кадра с разрешением  $r$  и разрядностью одного пиксела  $n$  определяется следующим выражением:  $C = r * n * f$ . При  $r = 1280 * 128$  и  $n = 10$ ,  $C = 846$  Мб/с. Пропускная способность канала связи между видео системой и вычислительно – измерительным комплексом составляет 100 Мб/с, что обуславливает необходимость в применении сжатия изображения не менее чем в  $k = 9$  раз непосредственно внутри камеры.

В качестве блока захвата и предварительного измерения параметров интересующих объектов в видеосистеме используется ПЛИС Altera семейства Cyclone. Для данной микросхемы была разработана и внедрена программа, реализующая алгоритм сжатия JPEG. Использование именно JPEG, а не других алгоритмов обусловлено возможностью использовать стандартные таблицы кодов Хаффмана при кодировании блоков изображения размером 8x8 пикселей, без необходимости повторного обращения к этим блокам.

Разрабатываемая видеосистема обладает следующими скоростными характеристиками: получение изображения формата JPEG с коэффициентом сжатия  $k \geq 10$  и с разрешением 1280x128 со скоростью 976 к/с. При этом, требуемая максимальная скорость передачи сжатых данных не превышает 85 Мб/с.

## Дослідження та розробка комп'ютеризованої системи управління розумним будинком

Коломоєць О. О., Дзюба В. В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Наявність великої кількості домашнього обладнання не тільки збільшує комфорт людини та ще створює ряд проблем. Необхідність управління світлом, аудіо-, відео-, комунікаціями та безпекою є практичною необхідністю, також важливим питанням є розумний менеджмент електроенергії, води та збереження часу людини, що може бути втраченим на керування всіма “розумними” елементами квартири або будинку. Більшість сучасних інтелектуальних цифрових домашніх приладів дозволяють інтеграцію в загальну систему, але також бувають закриті рішення або аналогове чи механічне обладнання що потребує розробки окремих електронних схем підключення.

Метою роботи є розробка комп'ютеризованої системи управління розумним будинком, вирішення проблем інтеграції окремих елементів обладнання в систему, оцінка ефективності алгоритмів керування його роботою, організація безперервної та автономної роботи такої системи.

На сьогоднішній день технології дозволяють будувати домашню автоматизовану систему на не взаємопов'язаних між собою функціях – вибирати тільки ті, які дійсно потрібні. Модульна структура дозволяє створювати системи невисокою вартості, та дозволяє зберегти працездатність системи навіть при виходу зі строю окремих її елементів. Дублювання окремих компонентів дозволить зробити систему більш надійною. Підсистеми збору інформації та керування приладами потребують використання мікроконтролерів, оскільки це забезпечує можливість автоматичного виконання окремих сервісних або аварійних програм у випадках поломок системи або зв'язку, відключення живлення або води. Для побудови центрального модулю системи бажано використовувати міні-комп'ютери, оскільки є необхідність збереження інформації про роботу системи, відео та аудіо записів с камер спостереження, виконання інтелектуальних алгоритмів керування системою, для котрих швидкодії мікроконтролеру може бути недостатньо.

Усі функції комп'ютеризованої системи управління розумним будинком можна умовно розділити на чотири різні категорії:

- розвага;
- побутові функції;
- охорона;
- технологічна безпека.

При цьому важливим є пріоритетність забезпечення системою працездатності та інтелектуальної підтримки окремих категорій. Так функція охорони будинку буде більш пріоритетною ніж функціонал пов'язаний з розвагами. Так же при виходу зі строю наприклад системи живлення або водовідведення або газопостачання та виникнення аварії інші компоненти системи можуть бути пошкоджені, таким чином роблячи функції забезпечення технологічної безпеці більш пріоритетними. У деякому випадку пріоритетність між розвагою або збереженням електроенергії може задавати користувач. Деякі функції мають готову підтримку у обладнанні – так сучасне медійне обладнання, наприклад радіо може виконувати як пошук станції так і відтворення музики, але деякі, наприклад системі контролю водопостачання цю підтримку необхідно забезпечити, або використовувати готові промислові рішення, що є більш дорогим рішенням та потребує окремого платного програмного забезпечення. При розробці комп'ютеризованої системи управління розумним будинком доцільно використати імітаційне моделювання алгоритмів керування цією системою, використав у якості параметрів статистичні данні щодо температури, водопостачання, електроенергії, тощо.

### Задача оптимального керування сингулярно-збуреною розподіленою системою

Михайлова Т.Ф., Максименкова Ю.А. Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, Україна

Процес електролізу в прикатодному шарі описується функцією  $c(x, t)$ , яка всередині області  $Q = \{[0, \delta] \times [0, T]\}$  задовольняє рівнянню

$$\tau_r c_{tt} + c_t = D c_{xx}$$

з початковими умовами

$$c(x, 0) = c_0(x), \quad c_t(x, 0) = \varphi(x),$$

і крайовими умовами

$$c_x(0, t) = \frac{p(t)}{a}, \quad c(\delta, t) = \psi(t),$$

где  $\tau_r$  – час релаксації,  $p(t)$  – катодна густина струму розряду іонів металу,  $D$  – електрохімічна стала,  $c(x, t)$  – концентрація іонів металу в об'ємі електролізера,  $\delta$  – товщина прикатодного шару.

Потрібно визначити таке керування  $p(t)$ , що задовольняє умові

$$\int_0^T p^2(t) dt < \infty,$$

щоб по закінченню процесу електролізу виконувалась умова

$$c(x, T) = \theta(x),$$

а функціонал енергії

$$I[p(t)] = \int_0^T p^2(t) dt$$

набував найменшого значення.

Доведено, що ця задача еквівалентна задачі з мінімальною енергією

$$I[p(t)] = \int_0^T p^2(t) dt + \frac{1}{\beta} \int_0^\delta [c(x, T) - \theta(x)]^2 dx,$$

$$\|p(t, \beta) - p(t)\|_{L_2(0, T)} \rightarrow 0 \text{ при } \beta \rightarrow 0.$$

Застосовуючи принцип максимуму Понтрягіна одержимо, що вказане керування визначається за формулою

$$p(t) = -\frac{D}{2a\beta} V(0, t),$$

де  $V(x, t)$  буде єдиним розв'язком крайової задачі  $\tau_r V_t'' - V_t' = D V_{xx}''$ ;  $\begin{cases} V_x(0, t) = 0; \\ V(\delta, t) = 0. \end{cases}$

Для вирішення задачі запропоновано метод наближеного розв'язку сингулярно-збуреної задачі оптимального керування. Побудовано закон субоптимального керування і критерій якості процесу, що використовують асимптотику нульового порядку. Доведена близькість одержаного розв'язку до точного і оцінена степінь близькості.

## До питання аналізу методів прогнозування електроспоживання

Харченко В.Ф., Козлова О.С., Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Україна

Електроенергія, як продукт виробництва, має одну принципову властивість – процес споживання цього продукту не може бути відокремлений від процесу власне виробництва, вироблений товар повинен бути негайно доставлений до споживача і витрачений. У таких умовах і виробник, і споживач електроенергії зацікавлені в прогнозі електроспоживання. Прогноз електроспоживання особливо важливий в нових економічних умовах, в яких передбачається функціонування оптового ринку електроенергії і потужності. На цьому ринку оперуватимуть безліч економічних суб'єктів в умовах різноманітних тарифних планів і схем. Для виробників електроенергії прогноз електроспоживання важливий з погляду оптимізації операційних витрат, резервування потужностей, зручності проведення профілактичних робіт і забезпечення безпеки. Споживачу такий прогноз необхідний для здійснення мінімізації своїх витрат, зокрема, щоб уникнути простою виробництва у разі браку необхідної потужності, або сплати штрафів при перевищенні лімітів і переплати за замовлені, але не повністю витрачені об'єми електроспоживання.

Методам прогнозування показників електроспоживання завжди приділялася значна увага в сучасних дослідженнях процесів енергозбереження. Ряд теоретичних положень, що в основному базуються на лінійних моделях, був висунутий досить давно. В багатьох роботах аналіз спирається на загальноприйняті статистичні методи: кореляційні, регресійні і факторні; економічні і евристичні; часової і просторової екстраполяції; моделювання процесів розвитку.

Останнім часом з'явився значний інтерес до методів, заснованих на нелінійних моделях. Більшість таких методів належить до розряду технологій штучного інтелекту. Кожен з них має переваги і недоліки.

Для вирішення завдання оцінки електроспоживання необхідне збирання статистичної інформації, обробка, її накопичення і зберігання протягом всього терміну експлуатації об'єкту. Враховуючи те, що кожна тягова підстанція міського електричного транспорту має засоби обліку споживаної електроенергії, питання про збирання необхідної інформації потребує, в основному організаційних рішень.

Аналіз необхідно проводити поетапно:

1. Формування мети і постановка завдань аналізу.
2. Підбір матеріалу для аналізу.
3. Вибір методів аналізу,
4. Формування моделі об'єкту аналізу.
5. Отримання необхідних результатів.
6. Прийняття рішення про використання результатів.

За оцінками вітчизняних і закордонних дослідників число різноманітних методів і засобів прогнозування перевищує 400. Однак число базових процедур, що повторюються в різних варіаціях в інших методах, не перевищує десяти. Специфіка вихідної інформації і об'єкта, що аналізується, потребує вибору адекватного методу прогнозування.

В загальному випадку незалежно від обраного методу до прогностичних моделей в технічних системах висуваються такі вимоги: а) рекурсивність – по мірі надходження нових даних прогнози відповідним чином поновлюються, але при цьому немає необхідності у використанні усієї передісторії для перерахунку оцінок будь-яких параметрів моделі; б) економічність – мінімальні ресурси машинного часу і оперативної пам'яті ПЕОМ; в) робастність – модель може працювати з частиною ряду даних, для яких вона не є оптимальною, але отримані прогнози є достовірними.

Модель, побудована відповідно до висунутих вимог, дасть змогу з достатнім рівнем достовірності прогнозувати процес електроспоживання міським електричним транспортом з урахуванням різних технологічних та організаційних факторів, які впливають на перевитрати енергетичних ресурсів.



## Синтез С-кода в среде Matlab для микропроцессора

Чумак В.С., Свид И.В., Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
Украина

В настоящее время одной из сложных проблем проектирования технических систем является разработка программ, реализующих синтезированные алгоритмы управления в микропроцессорных системах. Актуальным является применение модельно-ориентированного подхода проектирования сложных динамических систем, основанного на использовании динамических моделей, при синтезе С-кода в среде Matlab.

Matlab - это язык высокого уровня и интерактивная среда для программирования, численных расчетов, визуализации результатов, технических расчетов. Имеет большое количество пакетов расширений приложений. С Matlab можно анализировать данные, разрабатывать алгоритмы, создавать модели и приложения. Matlab широко используется в следующих областях: обработка сигналов и связь, обработка изображений и видео, системы управления, автоматизация испытаний и измерений и т.д. Есть много расширений для Matlab. Одним из таких расширений является Simulink Coder.

Simulink Coder генерирует С и С ++ для моделей Simulink, функций Matlab и диаграмм Stateflow, а так же поддерживает широкий спектр дополнительных продуктов Simulink. Simulink Coder позволяет настраивать код и параметры данных с помощью приложений и API, позволяет имитировать и интегрировать устаревший код, поддерживает многопоточность и распараллеливание задач с помощью операционных систем реального времени или без них и т.д. Методика синтеза С-кода из модели Simulink включает в себя:

1. Создание и отладку непрерывной модели Simulink с использованием данного алгоритма и структурой системы управления с использованием анализа в частотной и временной областях.

2. Приведение Simulink-модели к физической модели реальной аппаратуры, для которой будет генерироваться С-код при помощи добавления блоков, присутствующие в реальной системе управления.

3. Преобразование Simulink-модели из непрерывной в модель для расчетов с фиксированной точкой. Этот этап требует выделение части модели, из которой генерируется С-код, в отдельную подсистему; преобразование непрерывных блоков подсистемы (интеграторов, блоков передаточных функций) в дискретные; подключение входов и выходов выделенной подсистемы к непрерывной части модели через блоки преобразования типов данных; назначение типов данных блоков с фиксированной точкой с определением места положения точки по известным диапазонам изменения сигналов; уточнение положения точки.

4. Генерация С-кода из моделей Simulink для процессоров встроенных систем. Осуществляется при помощи пакета Embedded Coder. На этом этапе настраиваются параметры решателя, выбирается целевой файл, выбирается аппаратная реализация, выбирается опция оптимизации кода, и происходит генерация С-кода.

5. Проверка сгенерированного кода путем сравнения результата его выполнения с моделью Simulink.

6. Интеграция сгенерированного С-кода в среду разработки процессора. В пакете Matlab есть специальные инструменты позволяющие записывать сгенерированный код в специализированную среду разработки с прошивкой его в процессор.

Сгенерированный исходный код может использоваться как для приложений, требующих выполнения в реальном времени, так и для приложений, не требующих этого. Этот код также может использоваться для ускорения моделирования, быстрого прототипирования и аппаратно-программного тестирования (Hardware In the Loop).

## **Автоматизована система для контролю за роботою сільськогосподарської техніки**

Ясько М. М., Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара, Україна

Автоматизовані системи для управління і контролю за роботою сільськогосподарської техніки здатні значно підвищити ефективність використання наявної техніки та значно підвищити продуктивність праці. Для сільськогосподарської галузі, яка давно потерпає від нестачі кваліфікованої робочої сили, розробка таких систем є досить актуальною задачею в даний час.

У даній доповіді описується розроблена система контролю за роботою сільськогосподарської техніки на полях. Основою розробленої системи є набір мікрокомп'ютерів SOC (System On Chip) типу Raspberry Pi під управлінням операційних систем Linux. Ці мікрокомп'ютери мають процесори архітектури ARM та велику гребінку роз'ємів SPI, I2C, ADC, GPIO, до яких підключаються датчики GPS та контролери для управління механічним та електричним обладнанням.

Збір даних з підключених пристроїв здійснює спеціально розроблена програма на базі nodejs. Вибір цієї технології обумовлений як наявністю величезної кількості модулів для обробки даних в різних форматах, таких як протоколи gpsserial, ModBus для передачі даних через послідовний порт та більш сучасний MBus, так і можливістю використовувати протокол WebSocket для передачі даних на сервер і отримання команд управління.

Для передачі зібраних даних використовується мережа мобільного зв'язку стандарту 2G, яка в даний час забезпечує покриття майже на всій території України. У випадку збільшення об'ємів даних, які потрібно буде передавати, можна буде використати мобільні мережі 3G або LTE. У деяких випадках, коли техніка буде розміщена на невеликих відстанях, можливо використовувати Ethernet та WiFi.

Користувач після авторизації має змогу отримати інформацію про кожну машину яка йому належить:

- побачити її розташування за допомогою карт Google Maps та історію її руху;
- стан (працює чи ні), режим роботи;
- кількість використаних ресурсів;
- передати команди для зміни графіку роботи, тощо.

Всі дані передаються і отримуються у форматі JSON, що значно полегшує їх обробку. На сервері вони зберігаються у NoSQL базі даних. В подальшому вони можуть використовуватися для аналізу ефективності роботи кожної машини та подальшого удосконалення її роботи.

Розроблена система допускає її подальше масштабування як з метою збільшення кількості підключених пристроїв так і зі збільшенням кількості та якості датчиків, що будуть використовуватися для контролю. Розроблена система може класифікуватися як часткова, оскільки вона передбачає автоматизацію окремих технологічних процесів і не передбачає повністю усунування людини від загального контролю за управлінням.

Розроблена система автоматизованого управління проходить тестування і в наступному році буде впроваджена у виробників, що випускають сільськогосподарську техніку для рослинництва.

**ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА  
ТРАНСПОРТІ І В ПРОМИСЛОВОСТІ**

## Optimization of packet routing in computer networks

Ben Hadj Hmida Mohamed, Ukrainian State Chemical Technology University, Ukraine

Over the past fifteen years, the Internet has become a critical part of the world's communications infrastructure. The Internet consists of tens of thousands of domains or Autonomous Systems (ASES) portions of the infrastructure that are each administered by a single institution such as a university, corporation, or Internet Service Provider (ISP). A message sent by one computer typically traverses multiple ASES before reaching its destination, making communication performance depend on the flow of traffic within and between the ASES along the path. The performance and reliability of the Internet depend, in large part, on the operation of the underlying routing protocols. Today's IP routing protocols compute paths based on the network topology and configuration parameters, without regard to the current traffic load on the routers and links. The responsibility for adapting the paths to the prevailing traffic falls to the network operators and management systems.

First, we describe optimization methods useful for the design of dynamic routing protocols, as well as for the concomitant optimization of dynamic routing network design and dynamic routing performance. A variety of dynamic routing methods are used in practice, which include time-dependent, state-dependent, and event-dependent algorithms, and these are briefly outlined. We briefly review current practice in dynamic routing protocol design in voice, data, and integrated voice/data networks. Case studies are given for dynamic routing protocol design for a) real-time network routing, a state-dependent dynamic routing method used in practice in a very large-scale application, and b) integrated voice/data routing in an IP/MPLS network application. Methods for optimal min-cost network design and max-flow performance optimization include traffic-load-flow, discrete-event flow, and virtual-transport-flow optimization models.

We discuss the modeling and computational challenges of optimizing the tunable parameters, starting with conventional intradomain routing protocols that compute shortest paths as the sum of configurable link weights. Then, we consider the problem of optimizing the interdomain routing policies that control the flow of traffic from one network to another.

Optimization based on local search has proven quite effective in grappling with the complexity of the routing protocols and the diversity of the performance objectives, and tools based on local search are in wide use in today's large IP networks.

Multicasting is a technique for data routing in networks that allows multiple destinations to be addressed simultaneously. The implementation of multicasting requires, however, the solution of difficult combinatorial optimization problems. In this chapter, we discuss combinatorial issues occurring in the implementation of multicast routing, including multicast tree construction, minimization of the total message delay, center-based routing, and multicast message packing. Optimization methods for these problems are discussed and the corresponding literature reviewed. Mathematical programming as well as graph models for these problems are discussed.

Routing issues are ubiquitous in many application contexts, including large distributed systems (such as server farms) and communication networks, whether it is the Internet, wireless networks, or networks of sensor networks. These problems arise as soon as a set of resources must be shared between Concurrent activity flows. They consist in adapting the resources used at the request of optimizing a certain criterion, which is generally linked to the performance perceived by users of the system.

## Coexistence of technology 4.0

Anna Maryniak; Poznań University of Economics and Business; Poland

Currently, the 4.0 technology penetrates not only into business (e.g. production), public and non-public non-business entities (e.g. urban transport management), private life (e.g. innovative solutions introduced in apartments), but also into entire supply chains. Based on the review of literature generated from the SCOPUS database, it can be concluded that the number of peer-reviewed scientific publications on the 4.0 technology is growing year by year, but there are few items treating the mutual relations between individual technologies. There is also no research that would indicate the chronology of implemented technologies and their number at the level of a given enterprise. Previous studies are conceptual or based on case studies.

Among others, Vilkov and Tian (2019) believe that, based on blockchain technology, the company can be reindustrialized: create new capabilities, including the IoT (Internet of Things) platform, sets of intelligent sensors, use of 3D printing, etc. The company will be able to create new capabilities, including the Internet of Things (IoT) platform, smart sensor sets, and the use of 3D printing. The authors emphasize that using the power of blockchain technology, the Internet of Things can provide secure communication in the IoT network between IoT devices. This is important because IoT applications are distributed in nature. With block chain technology, the security of IoT devices can be largely decentralized, thus reducing potential threats (Choudhary, Virmani and Juneja 2020). Cavalcante and co-authors (2019) use supplier selection as an example to show how the combination of machine learning and simulation can create so-called Digital Twins that increase resilience in delivery. Tsang et al. (2018) point out that risk can be monitored using IoT applications and artificial intelligence techniques. Using the example of the refrigeration industry, the authors demonstrate the benefits of integrating a wireless sensor network; cloud-based database services; and a fuzzy logic approach. Trappey et al. (2017) emphasize that RFID is one of the elements of IoT.

Tiwari, Wee and Daryanto (2018) thoroughly analyze the usefulness of BigData technology and illustrate its relationship with technologies such as machine learning and artificial intelligence. Rad et al. (2015) emphasize that it is very hard to make a clear distinction between CPS (cyber-physical systems), Wireless Sensors Networks (WSN) and Machine to Machine (M2M) technologies under the architecture of Internet of Things (IoT), but CPS can be seen as an evolution of M2M systems. Detailed correlations between these technologies are described by Wan, Chen and Leung (2015). The studies also indicate that CPS consists of Cloud Computing and Big Data (NESSI 2015).

Given the limited number of studies in this area, it is appropriate to carry out both quantitative and qualitative studies to determine:

- the direction of links between different technologies,
- the forces of interaction between them,
- the complementarity and self-contained relationships,
- the optimal chronology of technologies' implementation.

Due to the fact that there are many classifications of the 4.0 technologies, research works should be preceded by their systematization and selection for further analysis.

## **The measurement of traction current harmonics parameters by short time Fourier transform**

Meleshko V.V., Havryliuk V.I., Dnipro National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Ukraine

New types of rolling stock should be tested on EMC with railway signaling systems before they are allowed to operate. The maximum permissible values of electromagnetic interference, which can be produced by the electrical equipment of the rolling stock, are described in standards and norms. Since electromagnetic interference in signal lines, in particular in rail lines, is capable to cause dangerous disruptions in the train control systems operation, strict requirements are applied to the accuracy of interference measurement technique. The STFT spectral analyzing techniques have some constraints, and one of them is connected to trade-off between the FFT window length and the frequency band. Another constraint of STFT is related to the side-lobe levels of the window in the frequency domain, which leads to a decrease in the measured values of the RMS current of the harmonics and in some cases can even to hide the weak harmonics against the background of strong harmonics. To improve the accuracy of the spectral analysis of the traction current, it is necessary to correctly choose the parameters of the windowed FFT.

The aim of the article is to give a brief overview of choosing the correct parameters of the STFT to achieve the necessary time and frequency resolution of the spectral analysis of traction current in accordance with the requirements of regulatory documents and to investigate the influence of FFT parameters on accuracy of determining the main parameters (such as effective current, frequency, duration) of the harmonics in the traction current spectrum.

To assess the accuracy of determining the RMS current and frequency of the harmonics, a computer study was performed using a synthesized current with known harmonics parameters, the values of which were chosen in accordance with the permissible values of the parameters determined by regulatory documents and standards.

For the spectral analysis of traction current, four types of windows were selected: rectangular, Hann, Hamming and Blackman windows with duration of 0.3 and 1 s. For a sampling frequency of 27500 Hz and a window length of 0.3 s, the frequency resolution is 0.27 Hz for a rectangular window, 0.54 Hz for Hann and Hamming windows and 0.81 Hz for Blackman's window, which is consistent with the requirements of the specifications.

The results of spectral analysis of traction current showed that the frequency resolution of harmonics, and accordingly the relative error in determine the frequency and the RMS value of harmonics is lower for high frequencies in spectrum.

The type of windows used has a slight effect on the accuracy of determining the frequency of harmonics. The relative error of the effective value of the harmonic current was higher for a rectangular window, and relative error decreased in the row from the rectangular window to the Blackman window. The values of the relative error of the RMS current for several frequencies of the harmonics did not meet the requirements necessary for the practical use of the method, and this is due to spectrum leakage and scalloping.

For windows with a length of 1 s, the frequency resolution of the traction current was higher. than for windows with a length of 0.3 s, and the relative error of the RMS current and frequencies of the harmonics were much lower, but even in this case, the relative error was high for individual frequencies .

The performed studies allow us to provide the necessary accuracy of the spectral analysis of traction current using the STFT by the correct choice of the STFT parameters. Ensuring electromagnetic compatibility of traction power supply system with signaling and communication devices is important for ensuring the safety of train traffic, which confirms the practical importance of presented work.

## **Artificial Intelligence is not Future, it is Present**

Anna Shkliarova, PC-EFTPOS Pty Ltd, Sydney, Australia

Artificial Intelligence (AI) has been on everywhere the past years. There is not a single day without hearing about it. AI is an overloaded term which has been twisted by the heritage of science fiction. AI is not new. It is a computer science field of sixty years old which combines other related fields such as machine learning and deep learning.

In this article the focus will be on machine learning. It means that system can learn on its own. The system with wide behaviour algorithms that adapt themselves to user's likes and dislikes.

Machine learning evolved the programming world especially in last years. Previously, engineers needed to code every "if-then" format rule one by one. But now machines can learn from examples and figure out the rules on their own. If given enough data (e.g. images, text, video), machine learning algorithms can predict, recognise and discover structure in the data to provide predictions. Developer shouldn't create machine learning system by his/her own. There is plenty of existed frameworks like ML.NET by Microsoft, Cloud AutoML by Google, open source PyTorch to select from.

So now the main challenge is the data, it's much harder than it can look like. How many examples should engineer collect to make the system learn successfully? The simple answer will be the more data the better. While collecting samples, the engineer should take care not only about amount, but also about quality and diversity.

The mostly in use systems of AI today are personal assistant systems that are almost in every mobile phone, such as Google Now, Apple's Siri, and Microsoft's Cortana. Almost at every site you can see the bot-helper, which can answer questions, help with decisions, propose goods according to user interests.

According to Wikipedia chatbot is a piece of software that conducts a conversation via auditory or textual methods. It's a software application that copies written or spoken human speech to simulate a conversation or interaction with a real person. Everyone used a customer support live chat service.

Chatbots render a speedy and quick response and available 24 hours per day. Bots can do a great job of improving the customer experience, reducing customer effort, and saving the business time and money.

Apart of improving customers experience, AI systems help people in different aspects of life to collect and process data.

For example, if the trains will be upgraded with additional sensor data, how many useful information it may collect. The sensors may be setup at any parts of the train and monitor the conditions on the train, from the bottom up including wheels. Wheels are the most important and hard to maintain part of the train. Let's imagine that sensors will send data about wheels conditions every ten minutes. It'll help to automate inspections, introduce predictive maintenance, saving service time and money by reducing downtime. The sensors will send the information directly to the railway engineers reducing the risks of miscommunication or delay.

Checking the data coming from the sensors on the train means the railway station can predict the risk of a failure, process and schedule any required. It helps to provide a safe, reliable train, that is always on time.

Machine learning and intelligent data analysis means that failures can be predicted months in advance, so the preventive maintenance is scheduled well before a failure takes place.

## **Efficient Video Streaming Service for Train Pass Commuters**

Tatsuya Yamazaki, Niigata University, Japan

The number of mobile video streaming service users is skyrocketing with the spread of smart phones. Everyone can enjoy video streaming on his/her smart phone in mobile environment. CDN (Content Delivery Network) technology is usually utilized in the mobile video streaming service, in which a requested video content has to be cached in a CDN server in the vicinity of the user. When a user moves on foot or by bicycle, the moving speed is relatively slow. Therefore, once the demanded video is stored in a CDN server, the video content can usually be distributed by the initially storing CDN server. However, when a user moves by train, the moving speed is quite fast. Consequently the CDN server storing the demanded video must be changed according to the user moving and positions. When the moving direction of the user is not known, the CDN servers which cover possible destinations of the user moving should store the demanded video in advance. It includes redundant storing and results in resource over-use.

We propose an efficient video content caching method for CDN services. The proposed method targets at the case of moving by train. Because the train railway networks are fixed, estimation of user destined directions becomes easier. Additionally, the proposed method utilizes train pass information. Train passes include travel route information between two end-stations. Usually, when a user rides a train at an end-station, the user gets off the train at the other end-station. Therefore, the moving direction of the user can be decisively estimated at the starting end-station. Namely, when a user utilize the video streaming service at an end-station with his/her train pass, the advanced video content caching CDN server will be determined and no redundant storing of the content can be excluded.

To realize the proposed method, linkage between the CDN service system and the train pass system. Also, the linkage system must be secure to protect personal data. The system performance will be verified by simulation or computation.



## **Компьютерные модели в задачах оценки уровня загрязнения окружающей среды при эмиссии химически опасных веществ**

Амелина Л.В., Беляев Н.Н., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина

Берлов А.В., ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», Украина

В случае возникновения аварийных ситуаций на химически опасных объектах, в атмосферный воздух будет поступать большое количество отравляющих веществ. В этой связи, необходимо прогнозирование динамики загрязнения атмосферы и расчет зон токсичного поражения людей. Используемые в настоящее время типовые методики прогноза не учитывают ряд важных физических факторов. Поэтому, возникает важная проблема создания эффективных компьютерных моделей прогноза загрязнения окружающей среды при аварийной эмиссии опасных веществ.

В докладе рассматриваются численные модели, разработанные для прогнозирования динамики загрязнения атмосферного воздуха в случае выбросов на Павлоградском химическом заводе (ПХЗ) и на аммиакопроводе «Тольятти-Одесса». Разработанные численные модели позволяют рассчитывать в режиме реального времени формирование зон химического заражения. Построенные численные модели ориентированы на решение следующего класса задач:

1. Прогнозирование динамики загрязнения атмосферного воздуха на территории химически опасного объекта.
2. Прогнозирование динамики загрязнения атмосферного воздуха при аварийном выбросе в случае разгерметизации аммиакопровода.
3. Прогнозирование динамики загрязнения воздуха в рабочем помещении при аварийной утечке аммиака на насосной станции.
4. Оценка эффективности спринклерных систем, подающих нейтрализатор в облако токсичного газа.
5. Прогнозирование динамики загрязнения водной среды при поступлении в нее аммиака.

Прогнозирование процессов загрязнения окружающей среды осуществляется на базе фундаментальных моделей механики сплошной среды. Для расчета аэродинамики ветровых потоков используется модель безвихревых течений идеальной жидкости. Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха и водной среды проводится на базе трехмерного и двухмерного уравнений массопереноса. Для численного интегрирования моделирующих уравнений используются неявные разностные схемы ращепления. На базе разработанных численных моделей созданы комплексы специализированных программ. Для использования разработанных комплексов программ применяется стандартная входная информация:

1. данные об интенсивности эмиссии химически опасного вещества;
2. информация про метеоусловия для региона;
3. гидрологические параметры водоема;
4. режим эмиссии химически опасного вещества;
5. тип нейтрализатора.

Представлены результаты компьютерного моделирования загрязнения окружающей среды при различных сценариях эмиссии опасных веществ.

## Система підтримки прийняття рішень ProjectEvaluation для багатокритеріальної оцінки ефективності ІТ-проектів на базі спрощеного варіанту методології BOCR

Андрюхіна М.В., Національна металургійна академія України, Україна

У зв'язку з конкуренцією на ринку ІТ-бізнесу, керівники намагаються скоротити ризики та збільшити віддачу від працівників. Тому задача порівняння ІТ-проектів за допомогою багатокритеріального аналізу стає актуальною. Доцільність вивчення методів оцінки перспективності, ефективності ІТ-проектів полягає у важливості автоматично та наглядно контролювати процес оцінювання роботи команди або кожного працівника окремо, якість роботи та швидкість її виконання. Останній аспект в нинішній час має найбільший пріоритет. Використання методів багатокритеріального аналізу стає невід'ємною частиною вирішення проблем, які виникають при аналізі, оптимізації, оцінці ефективності систем складної структури [1]. З розвитком інформаційних технологій, розвивається й системний аналіз та системи підтримки прийняття рішень.

Розроблена система підтримки прийняття рішень (СППР) ProjectEvaluation дозволяє проводити багатокритеріальну оцінку ефективності ІТ-проектів на базі спрощеного варіанту методології BOCR. Методологія BOCR основана на методі аналізу ієрархій (МАІ) [2]. Під час розробки СППР застосовано модифікований МАІ, запропонований у роботі [3]. Це дозволило знаходити кінцевий вектор пріоритетів з використанням меншої кількості експертних оцінок. Завдяки такому підходу, можна прискорити процес прийняття рішення, вирішивши при цьому проблему неузгодженості матриці парних порівнянь [3]. «Спрощення» досягається за рахунок зниження кількості попарних порівнянь в звичайному МАІ зі збереженням лише мінімального набору інформації, достатньої для вирішення поставленого завдання, використовуючи лише порівняння з «еталоном» усіх інших альтернатив. Спрощений МАІ істотно спрощує обчислення і потребує меншої кількості експертних оцінок. Варто зазначити, що цей спосіб спрощення не єдиний [4].

СППР ProjectEvaluation – веб-додаток, який знаходиться за адресою <https://project-evaluation-bocr.herokuapp.com/>. Ресурс розроблений на платформі Ruby on Rails мовою Ruby. Простий та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс дозволяє проводити аналіз без спеціалізованих знань. Парні порівняння за шкалою Саати на кожному рівні ієрархії виконуються за допомогою слайдерів.

Перспектива продовження досліджень та підтримки вище названого веб-ресурсу полягає в можливості постійного підключення в системи, що супроводжують розробку та підтримку ІТ-проекту, наприклад, баг-трекінгові системи для отримання конкретних даних у вигляді метрик. Перспективною є також реалізація у ProjectEvaluation аналізу процесів в режимі реального часу. У свою чергу розробка більш точних та ефективних алгоритмів прискорить процес оцінки.

1. Кузнецов В.И., Евтушенко Г.Л., Андрюхина М.В., Куриленко Д.А., Дубровин А.Э. Решение системных задач сложной структуры с использованием методов многокритериального анализа в СППР NooTron // Системные технологии. Региональный межвузовский сборник научных работ. – Выпуск 5 (118). – Днепропетровск, 2018.

2. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети / Т.Л.Саати. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 360 с.

3. Ногин В.Д. Упрощенный вариант метода анализа иерархий на основе нелинейной свертки критериев / В.Д. Ногин // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. – СПб, 2004. – Т. 44. – №7. – С. 1261 – 1270.

4. Євтушенко Г.Л. Системне моделювання технологічних та організаційних процесів на основі інтегрованих багатокритеріальних методів: дис. ... кандидата техн. наук: 01.05.02 / Євтушенко Галина Львівна. – Дніпропетровськ, 2015. – 223 с.

## **Інфологічне моделювання в задачах управління технологічними процесами створення перспективних матеріалів**

Баранов Г.Л., Комісаренко О.С., Національний транспортний університет, Україна

Актуальність інфологічного моделювання реальних об'єктів складних динамічних систем, обумовлена застосуванням спрощених ефективних моделей. Їх існування забезпечує подолання обчислювальної складності під час вирішення комплексних перспективних задач управління на транспорті, в промисловості й технологіях.

Відповідно предметній області людської діяльності семіотичні й лінгвістичні моделі формують різні мови поліергатичних систем управління на стратегічних рівнях. Коректність мов сприяє прийняттю рішень в задачах комплексного прогнозування, планування, проектування перспективних об'єктів та необхідних для них матеріалів з інноваційними властивостями за потреб суспільства. На тактичних рівнях прийняття рішень композиційні моделі забезпечують умови раціонального застосування наявних накопичених TESIMFO ресурсів для гарантування цільових технологічних результатів: продуктів, як матеріальної основи майбутньої діяльності; товарів, як фінансової бази розподілу функцій між ефективними органами; послуг, як інструментальної комунікації на вертикальних й горизонтальних рівнях виробничої організації людської діяльності. Сучасні комунікації включаючи електронний документообіг найбільш стандартизовано, формалізовано, гармонізовано за принципами мультиагентного пакетного управління із застосуванням локальних та глобальних Internet мереж.

Масове масштабне оперативне управління конкретними технологічними (заздалегідь запланованими, запроектованими комплексно обґрунтованими, логістично забезпеченими) процесами, що описано символами реалізується автоматизованими засобами.

Основна сутність доповіді присвячена особливості та специфіки запропонованого програмно-апаратного комплексу КМ-ПД. Він реалізує інфологічні моделі для двобічної діалогової комунікації між сучасними формалізованими (кодованими) рівнями ієрархічного керування обмінами повідомленнями. Моделі у межах єдиної техніко-технологічної взаємодії поліергатичних виробничих організацій спрямованих на цільовий стратегічний результат. На базі роботів з мікропроцесорними спеціалізованими програмними функціями здійснюється адаптація до вхідних інфологічних гетерогенних моделей. Стислі кодові зображення потрібні для ситуативного почергового й швидкого виконання виробничих дій. Тоді заданий спосіб ефективно реалізує техніко-технологічні рішення за багатокритеріальними цілями глобальної оптимізації. Цілий клас різноманітних застосувань практично вже реалізується за принципами SCADA (Super Visor Control and Data Acquisition). В реальному часі телекомунікації обробки комплексної інформації та гарантовано-адаптивного управління відбувається скоординована єдність й стабільність завдяки «Softlogic». Синергетичний ефект запропонованих інфологічних моделей забезпечують прямі й зворотні задачі динаміки ситуаційного варіювання реакцій матеріалів (їх фізико-хімічний опір). Вони відповідні гетерогенним впливам нестационарного середовища у формах моментних узагальнених навантажень різної інтенсивності, щільності та спроможності об'ємного енергетичного проникнення. Трирівнева (стратегічна, тактична, оперативна) інтеграція цілеспрямованих спеціалізованих багатокритеріальних відношень на рівні абстрактних понять (кодів, у вигляді просторово-часових поліномів) гарантують отримання раціональних результатів завдяки конструктивним діям класу ергатичного управління.

Висновок. Наукова новизна запропонованих комплексних інфологічних моделей КМ-ПД забезпечує подолання природної лінгвістичної складності гетерогенних завдань. Стабілізація природи парних гетерогенних відношень у межах реальних динамічних перехідних процесів відбувається завдяки правилам фільтрації – синтезу на теоретико-множинних просторах подібності алгебраїзованих систем.

## **Информационно-интеллектуальная технология реализации заданий упорядочения групп элементов с учетом сложности операций формирования**

Белый Б.Б., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. академика В. Лазаряна, Украина

В докладе представлены результаты исследований и разработок в сфере упорядочения групп элементов с весом. Упорядочения элементов «с весом» можно охарактеризовать так. Рассматриваются задачи упорядочения элементов в ограниченных условиях среды, когда у каждого перемещаемого элемента есть (вес) стоимость перемещения. Исследования проводились на основе технологий формирования-расформирования (РФ) многогруппных составов. Основной задачей, представленной в докладе, является разработка Базы знаний шаблонов (БЗнШ)[1], которые описывают оптимальные процессы по упорядочению групп элементов определенной структуры. В исследованиях выполнялось сопоставление входного в транспортную систему многогруппного состава с шаблонами БЗнШ. При этом выбиралась рациональная модель процесса РФ, без выполнения операций полного перебора вариантов.

База знаний (БЗ) хранит в себе шаблон формирования железнодорожного состава [1]. Шаблон является структурой обобщенного описания упорядоченных данных, в которой закодирована информация о номерах групп элементов, при помощи которых однозначно устанавливается последовательность этапов по перемещению групп элементов между буферами для их упорядочения. Шаблон упрощает упорядочение групп элементов с весом, позволяет хранить и выполнять быстрый поиск в БЗнШ рациональных схем упорядочения групп элементов для подобных структур, без их перерасчета.

На основе понятий о номерах групп, связанных с процессом РФ многогруппных составов, для БЗнШ была разработана структура сокращенных логических номеров групп (СЛНГ), а также процедуры преобразования действительных номеров групп (ДНГ) в СЛНГ. СЛНГ позволяет уменьшить объем обрабатываемой информации и ускорить поиск подобных структур. Также исследования показали что структуры с различными ДНГ могут иметь одинаковую структуру СЛНГ. Это позволяет уменьшить объемы хранимой информации в БЗнШ. СЛНГ не привязано к типу элементов, которые необходимо упорядочить. Разработаны процедуры по преобразованию входных данных в СЛНГ и обратно, без нарушения целостности входных данных. СЛНГ имеет простую и понятную структуру, которая позволяет комбинировать несколько шаблонов для генерации новых знаний. Данный процесс используется для поиска подобных шаблонов в БЗнШ и комбинирования нескольких шаблонов при упорядочении входных структур, шаблонов которых не было найдено в БЗнШ.

Для поиска подобных шаблонов были разработаны специализированные метрики, которые позволяют рассчитать «вес» выполняемых операций по перемещению групп элементов. Также разработана продукционная модель алгоритма упорядочения, позволяющая представить процесс упорядочения групп элементов, с учетом «веса» и ограничений на требуемые ресурсы упорядочения групп элементов.

Полученные результаты позволяют сократить время на поиск рациональных схем упорядочения групп элементов «с весом» в БЗнШ, централизовать вычислительные мощности, а также унифицировать входные и выходные данные систем планирования.

### **Литература**

1. Скалозуб В.В., Белый Б.Б. Структура інтелектуальної інформаційної технології формування багатогрупних составів //Транспортні системи та технології перевезень. – 2019. – №. 17. С. 62 – 69.

## **Компьютерное моделирование в задачах гидродинамики подземных вод**

Беляева В.В., Гунько Е.Ю., Машихина П.Б., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина

В настоящее время существует определенный дефицит компьютерных моделей и программ для расчета гидродинамики подземных потоков и процессов массопереноса в грунтовых и подземных водах. Существующие коммерческие пакеты являются дорогостоящими и не всегда обеспечивают устойчивость счета при изменении входных параметров.

В докладе рассматриваются математические модели, разработанные для анализа динамики загрязнения подземных вод при аварийных утечках на транспорте, фильтрации загрязненных вод из прудов отстойников или из хранилищ с жидкими отходами. Для решения фильтрационных задач, с учетом формирования неравномерного поля скорости подземного потока, вследствие расположения скважин, подземных защитных стен и т.д. используется плановая модель, которая основана на уравнении фильтрации безнапорного подземного потока и напорного подземного потока. Для численного интегрирования моделирующих уравнений фильтрации и миграции примеси в подземном потоке используются неявные разностные схемы расщепления. На основе разработанных численных моделей созданы комплексы прикладных программ. Эти комплексы были применены для решения ряда задач в области охраны окружающей среды.

Оценка динамики загрязнения зоны аэрации и грунтовых вод при аварийных утечках на железнодорожном транспорте.

Анализ процессов загрязнения грунтовых вод при фильтрации стоков из прудов отстойников.

Оценка эффективности применения дренирующих скважин для защиты грунтовых вод от техногенного загрязнения.

Оценка эффективности применения подземных защитных стен для локализации зон загрязнения в грунтовых водах.

Разработанные численные модели позволяют также решать широкий класс задач, связанный с защитой подземных вод от загрязнения путем подачи нейтрализующих растворов в подземный поток. Построены численные модели дают возможность оценить эффективность процесса нейтрализации области загрязнения в подземном потоке путем варьирования места подачи нейтрализатора, установки подземных стен и т.д. Особенностью построенных моделей является возможность их использования для выбора рационального количества нейтрализатора, чтобы не произошло вторичного загрязнения подземных вод.

Для применения разработанных численных моделей используется стандартная гидрогеологическая информация. Время расчета одной задачи составляет порядка нескольких секунд, что позволяет рекомендовать построенные модели для проведения серийных расчетов.

В работе представлены результаты компьютерного моделирования динамики загрязнения грунтовых вод под действием прудов отстойников в Павлоградском и Криворожском районах. Также представлены результаты расчетов динамики загрязнения грунтовых вод при аварийных разливах на железнодорожных станциях Днепропетровской области. Представлены результаты комплекса лабораторных исследований, связанных с анализом процессов техногенного загрязнения грунтовых вод.

## Численные модели для расчета гидродинамики и массопереноса в системах очистки воды

Беляев Н.Н., Долина Л.Ф., Козачина В.А., Лемеш М.В., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина

На этапе проектирования новых очистных сооружений на станциях аэрации или при реинжиниринге существующих возникает важная проблема оценки эффективности работы сооружений в новых условиях эксплуатации. Наиболее эффективным методом решения этой проблемы является использование математических моделей. Как известно, в настоящее время к таким моделям предъявляется ряд требований, а именно: возможность учета геометрической формы сооружения, учет его работы при различной нагрузке, возможность быстрой модификации и настройки математической модели на решение новых задач в рамках рассматриваемой проблемы.

Рассматриваются математические модели, разработанные для оценки эффективности работы горизонтальных, вертикальных отстойников и аэротенков. Разработанные математические модели основаны на применении фундаментальных уравнений механики сплошной среды. Для расчета поля скорости в отстойниках и аэротенках используется:

- 1) модель вихревых течений идеальной жидкости.
- 2) уравнения Навье-Стокса.
- 3) модель потенциального течения.

Для численного интегрирования применяемых уравнений гидродинамики используются неявные разностные схемы. В качестве модели турбулентности используется  $k-\epsilon$  модель.

Процесс переноса примеси в сооружениях моделируется уравнением массопереноса. При этом, используется две модели:

1. двумерное уравнение массопереноса, которое используется при расчете процессов распространения загрязнения в отстойниках и аэротенках;
2. трехмерное уравнение массопереноса, которое используется при расчете процессов распространения загрязнения, кислорода, активного ила в аэротенках.

Численное интегрирование моделирующих уравнений проводится на прямоугольной разностной сетке. Для выделения особенностей в расчетной области используются маркеры. Применяемые разностные схемы являются явными, что позволяет простую программную реализацию численных моделей. На основе созданных численных моделей разработаны специализированные пакеты программ для проведения вычислительных экспериментов на персональных компьютерах.

В работе также представляются результаты проведенных численных экспериментов. При проведении вычислительных экспериментов проводилась оценка влияния установки дополнительных элементов внутри очистных сооружений на эффективность их работы. Полученные результаты свидетельствуют о том, что применение дополнительных элементов позволяет повысить эффективность очистки сточных вод, это означает, что на выходе со станции аэрации сточные воды будут иметь меньшую степень загрязнения, а значит техногенная нагрузка на водоем будет уменьшена.

## Дослідження оптимального розподілу векторного дискретного ресурсу на прикладі меблевого виробництва

Беляєв П.І., Кузнецов В.І., Євтушенко Г.Л., Національна металургійна академія України, Україна

В даний час використання ресурсів на підприємствах не завжди є раціональним. Для своєї дипломної роботи обрана така група товарів, як меблі. Виробництво меблів збільшується з кожним роком. Значне зростання виробництва меблів супроводжується впровадженням більш досконалої технології її виробництва, застосуванням нових матеріалів. Багато з'являється нових матеріалів які мають більш екологічні властивості, але поки коштують більше. Основна задача роботи – аналіз завдань розподілу ресурсів (напівфабрикатів декількох видів, кількість кожного складає елемент векторного ресурсу) для отримання оптимальних результатів.

За допомогою діаграм IDEF0[1] розглянута загальна схема технології меблевого виробництва. На основі цього сформульовано три задачі розподілу ресурсів та методи їх вирішення:

- 1) Визначення прибутку від виконання замовлення.
- 2) Визначення оптимального плану випуску продукції за критерієм максимуму загального прибутку при заданому обсязі комплектуючих на складі.
- 3) Визначення оптимального плану випуску продукції при обмеженні на ресурс.

Перша задача – це пряма задача дослідження операцій: розрахунки значень цільової функції для різних векторів з кількостей напівфабрикатів.

Друга задача в математичній постановці зводиться до задачі цілочисельного лінійного програмування (ЦЛП), вона була вирішена двома методами:

- методом Гоморі (методом відсікання); суть методу полягає в побудові обмежень, що відтинають нецілочисельне рішення задачі лінійного програмування, але не відтинають жодного цілочисельного плану[2];

- методом гілок та меж: один з комбінаторних методів; його суть полягає в упорядкованому переборі варіантів і розгляді лише тих гілок, які виявляються за певними ознаками корисними для знаходження оптимального рішення[2].

Задачі запрограмовані за допомогою JavaScript.

Третя задача зводиться до відомої задачі математичного програмування – задачі про ранець. Але вона має істотну відмінність: цільова функція (максимум прибутку) не задана явно, в аналітичному вигляді, а обчислюється в результаті рішення задачі ЦЛП. Програмування ведеться.

Пропонується також до складу меблевих критеріїв додати екологічний критерій щоб клієнти могли обирати план виробництва не тільки по економічній користі для себе, але й замислювалися над тим, наскільки шкідливо впливає на середовище видобуток складових виробництва.

1. Моделирование и реинжиниринг бизнес-процессов. – Учеб. пособие / Д.И. Чернявский, Д.В. Рудаков. – Омск: ОмГТУ, 2010. – 84 с.

2. Математические задачи исследования операций часть 1. – Р.Е. Саркисян – М.: МИИТ, 2010. – 256 с.

## Системи отримання інформації транспортними операторами

Бех П.В., Лашков О.В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Основною проблемою, яку необхідно розв'язати спеціалістам з моніторингу, є отримання повної, достовірної і своєчасної інформації про місцезнаходження і стан вантажу незалежно від географічного і часового факторів.

Висока вартість послуг систем GPS/ГЛОНАСС не дозволяє перевізникам отримувати необхідну інформацію в реальному режимі часу. Однак, закордонні підприємства автомобільного транспорту мають в своєму розпорядженні декілька систем інформаційного спостереження:

У наш час у світі експлуатується близько 170 видів систем спостереження і диспетчеризації транспорту, причому більше половини з них для визначення місця розташування транспортних засобів використовують датчики супутникової навігаційної системи GPS NAVSTAR, що забезпечує високоточне визначення координат, курсу та швидкості об'єкта із визначенням точного часу в практично будь-якому місці земної кулі цілодобово. Можливості системи дозволяють визначити місце розташування об'єкта з точністю не більше 100 м, а при відносних вимірах - до 2-5 м.

Принцип роботи програмних комплексів для керування парком транспортних засобів (FMS - Fleet Management System) полягає в наступному. Для передачі радіочастотного сигналу використовуються технічні і інформаційні можливості Міжнародної Супутникової Системи Мобільного зв'язку Inmarsat-C, або Європейської Супутникової Системи Мобільного зв'язку Euteltracs, навігаційної системи GPS/Navstar, низькоорбітальної системи GLOBALSTAR, що працює за принципом «трубка-трубка», або середньоорбітальної системи ICO Global. Приймач сигналів GPS, розташований на транспортному засобі (ТЗ), дозволяє визначити його координати і швидкість. Швидкість надходження інформації про кожний ТЗ така, що диспетчер контролює обстановку практично в реальному режимі часу.

Найпоширенішими в Європі системами моніторингу транспортних потоків є:

PC VTRAK призначена для роботи з растровими картами і здатна відображати в режимі реального часу до 35 одиниць транспортних засобів у вигляді умовних значків.

GPS/AVL SUBSYSTEM розроблена для роботи як з растровими, так і з векторними картами і має можливості відображення різних інформаційних верств (дороги, квартали, будинки, тощо).

BLACK BOX, за допомогою якої можна планувати маршрут, проводити облік показників роботи водія, обмінюватися електронними повідомленнями і попередніми документами з митницею, підтримувати зв'язок із централізованою БД, розпізнавати місце розташування ТЗ, здійснювати двосторонню передачу даних, у т.ч. і через супутник.

LOGIQ DISPATCH підтримує оперативний зв'язок із ТЗ, контролює його місце розташування на електронній карті, контролює стан автомобіля і вантажу за даними із сенсорних датчиків, установлених на транспортному засобі.

EUTEL-TRACS забезпечує регулярне автоматичне визначення місця розташування всіх об'єктів моніторингу, автоматичне одержання і зберігання інформації навіть під час відсутності диспетчера, можливість радіо і телефонного зв'язку із ТЗ, можливість текстового зв'язку, дистанційний контроль параметрів ТЗ і вантажу, подачу і прийом сигналу тривоги в надзвичайній ситуації.



## Моніторинг об'єкта діагностування з використанням індексу технічного стану

Боднар Б.Є., Очкасов О.Б., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Стрімкий розвиток інформаційних систем призвів до різкого збільшення обсягів інформації яка характеризує будь яку сферу діяльності людини. Процеси експлуатації та ремонту транспортних засобів також супроводжуються генерацією, обробкою, аналізом, передачею та збереженням значних обсягів даних. Одним з напрямків використання систем аналізу «великих даних» є аналіз результатів технічного діагностування локомотивів та їх вузлів.

На етапі створення перших систем діагностування актуальним було питання вибору мінімальної кількості діагностичних параметрів які найбільш повно характеризують технічний стан об'єкта діагностування. На поточному етапі розвитку системи технічного діагностування, як правило, інтегровані з системами автоматичного управління. Інформаційна система виконує вимірювання великої кількості параметрів, обсяг та швидкість зміни яких значно перевищує можливості людини для проведення аналізу. Під час роботи об'єкта діагностування генерується потік даних в якому необхідно виділяти інформаційні складові які характеризують зміну технічного стану об'єкта діагностування. В зв'язку з цим виникає задача вибору з повного набору даних такої, мінімальної кількості параметрів (або їх комбінації), які дозволять з заданим рівнем інформативності визначати технічний стан об'єкта діагностування.

Для оцінки технічного стану об'єкта пропонується використовувати індекс технічного стану об'єкта. Мета використання індексу полягає в отриманні максимального обсягу інформації щодо технічного стану об'єкта діагностування використовуючи при цьому найменшу кількість діагностичних параметрів (сигналів датчиків).

Поставлена задача може бути віднесена до задач зменшення розмірності даних. Серед варіантів методів зниження розмірності обраний метод головних компонент як відповідний математичний апарат, що дозволяє провести аналіз існуючих діагностичних ознак. В результаті використання методу головних компонент обираємо перші  $k$  головних компонент, які описують певний відсоток (як правило 80-90%) інформації про технічний стан об'єкта діагностування. Отримані головні компоненти є латентними контрольними параметрами, тобто фізично таких параметрів не існує, але вони містять в собі інформацію достатню для контролю технічного стану об'єкта діагностування. На другому етапі факторного аналізу пропонується використовувати метод аналізу ієрархій. Мета використання цього методу отримати загальну характеристику (індекс, змінну, сукупність значень) за допомогою якої виконувати порівняння однотипних об'єктів діагностування між собою.

В якості практичної реалізації запропонованого підходу виконано аналіз результатів стендових випробувань гідравлічних передач типу УГП750/12000. Вхідними параметрами стенду випробувань є напруга та струм якоря, напруга обмотки збудження приводного електродвигуна. Для гідравлічної передачі вхідними параметрами є частота обертання та момент на валу приводного електродвигуна, що відповідає частоті обертання та моменту насосного колеса. Вихідними параметрами гідравлічної передачі під час випробувань є частота обертання та момент насосного колеса, що відповідає частоті обертання та моменту якоря генератора навантаження. Виконавши обробку масиву даних випробувань гідравлічної передачі з використанням запропонованої методики визначено найбільш інформативні контрольні параметри, та побудовано індекс технічного стану гідравлічної передачі. Для оцінки технічного стану передач запропоновано виконувати співставлення індексів використовуючи довірчі інтервали  $\pm\sigma$ .

## Про методи розв'язання задачі тривимірної тріангуляції

Божуха Л.М., Матюхін Є.В., Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Україна

Потреба в вирішенні задачі тріангуляції виникає при візуалізації поверхні, заданої різними способами, потрібної в багатьох областях математики, фізики, медицини. Існує декілька основних підходів до вирішення задачі, такі методи як: комірковий метод (cell-based), метод предиктор-коректора (predictor-corrector) та мозаїчні методи (pre-tessellation methods & particle-based methods). Над вирішенням задачі суспільство працює досить давно, тому існує багато подібних алгоритмів, які оптимізовані для подолання окремих недоліків та поліпшення якості роботи. Наразі не існує найкращого підходу до розв'язання задачі, бо кожен алгоритм залежить від певних умов обмеження.

Двовимірна тріангуляція є найпростішим видом тріангуляції, що складається з множини трикутників. Побудову двовимірної тріангуляції виконують по набору точок на площині. При завданні кожній точці значення декотрої функції отримуємо кусково-лінійну інтерполяцію тривимірної функції. Двовимірна тріангуляція допомагає розв'язати завдання просторового аналізу та завдань на графах. На цьому етапі досліджень були запропоновані та реалізовані численні ефективні алгоритми, тому задача побудови двовимірної тріангуляції вичерпана.

Тривимірна тріангуляція застосовується для побудови фізичних моделей різних просторових об'єктів. Узагальнення двовимірної тріангуляції до тривимірної ускладнює представлення та відображення результату, алгоритми побудови. Завдання ефективної побудови просторових об'єктів залишається актуальною і зараз.

Тріангуляцію називають тріангуляцією Делоне, якщо в середину описаного кола навколо будь-якого побудованого трикутника, не влучає жодна із заданих точок тріангуляції. Її трудомісткість становить  $O(N \log N)$  арифметичних операцій. Існують алгоритми, що досягають цієї оцінки в середньому та гіршому випадках. Крім того, відомі алгоритми, що дозволяють у ряді випадків досягти в середньому  $O(N)$ .

Виділяють кілька груп відомих алгоритмів побудови тривимірної тріангуляції з оцінкою їх ефективності: ітеративні алгоритми, рекурсивні алгоритм, смугові алгоритми злиття, двопрхідні алгоритми побудови.

Удосконалення відомих і створення нових алгоритмів обумовлене нестійкістю ряду відомих алгоритмів і незадовільним часом їх роботи на реальних наборах даних. Існує безліч алгоритмів тріангуляції, які відрізняються за параметрами: складність реалізації, швидкість роботи, застосовність в особливих випадках. Розвиток сучасної комп'ютерної індустрії вимагає усе більш якісне розв'язання.

Актуальною темою дослідження можна вважати аналіз алгоритмів тривимірної тріангуляції, пошук суттєвих критеріїв щодо оцінювання та порівняння існуючих алгоритмів.

Метою дослідження є порівняння основних модифікацій алгоритмів тривимірної тріангуляції за такими критеріями як кількість отриманих трикутників, якість цих трикутників, складність алгоритму, можливість використання в режимі реального часу, виявлення оптимального та максимального об'єму даних для коректної роботи, а також оцінка роботи алгоритмів на різних масштабах.

За результатами дослідження розроблено програмний пакет, який надав можливість провести аналіз ефективності практичного використання обраних алгоритмів. Отриманий на виході програмний продукт успішно вирішив поставлену задачу.

## Електронний маршрут машиніста

Великодний В.В., ЦІТ АТ «Укрзалізниця»,

Гусева В.В., Репа О.П., Хотін М.В. філія «ПКТБ ІТ» АТ «Укрзалізниця», Україна

Електронний маршрут машиніста (ЕММ) – це документ, інформація в якому зафіксована у вигляді електронних даних, включаючи обов'язкові реквізити маршруту машиніста (Форма ТУ-3). Електронний документ може бути створений, переданий, збережений і перетворений електронними засобами у візуальну форму – паперовий маршрут машиніста. Візуальною формою подання електронного документа є відображення даних, які він містить, електронними засобами або на папері у формі, придатній для приймання його змісту людиною.

Маршрут машиніста є джерелом для розрахунку показників виконаної роботи (ТРО та ЛБ) та витрачених на цю роботу ресурсів (ПЕР). Метою створення ЕММ є необхідність забезпечити підвищення достовірності інформації щодо обліку роботи локомотивів та локомотивних бригад, відповідність сучасним вимогам, а також, покращення умов і підвищення продуктивності праці персоналу на підприємствах локомотивного господарства та захист від необґрунтованих економічних витрат. Перший етап створення ЕММ – послідовне формування розділів ММ в автоматизованому режимі на базі інформації від відповідних АРМів. Другий етап – підвищення достовірності інформації за рахунок використання засобів автоматизації (навігації, витрат ПЕР, ідентифікації працівників ЛБ та ін.). В подальшому планується відмовлення від ведення паперового маршруту машиніста в існуючій формі та перехід на формування електронного маршруту на базі даних, збережених в АСК ВП УЗ-Є (АСУ-Т).

Маршрут машиніста містить інформацію про роботу ТРО та локомотивної бригади:

- Відомості про склад та робочий час локомотивної бригади;
- Відомості слідування локомотивної бригади пасажирами;
- Відомості про ТРО, якою управляє локомотивна бригада;
- Відомості про ТРО, які працюють у різних з'єднаннях (подвійна тяга, пересилка та ін.);
- Відомості про витрати електроенергії та дизельного палива;
- Відомості про попередження на обмеження швидкості;
- Відомості про хід, вагу поїзда та виділену маневрову роботу;
- Відомості про підсумкові данні про склад поїздів;

Умовою формування ЕММ є автоматизація всіх облікових подій з паперового маршруту машиніста та наявність їх в оперативній БД АСК ВП УЗ-Є.

АСК ВП УЗ-Є є єдиною платформою інформаційного забезпечення перевізного процесу, яка забезпечує оперативний облік операцій поїзної роботи і роботи локомотивів та бригад на полігоні АТ «Укрзалізниця» у відповідних моделях єдиної інтегрованої бази даних. На поточний час реалізовані та експлуатуються автоматизовані робочі місця, які забезпечують АСК ВП УЗ-Є необхідною інформацією для формування ЕММ (АРМ ТЧД – чергового локомотивного депо; АРМ ТЧБ – нарядчика локомотивного депо; АРМ СТ\_Д – чергового по станції).

За кожну одиницю інформації, яка присутня в маршруті машиніста, несе відповідальність відповідний працівник АТ «Укрзалізниця» (машиніст локомотивної бригади, нарядник, черговий по депо, черговий по станції, тощо). В зв'язку з цим при формуванні ЕММ необхідно враховувати, що даний документ складається з декількох окремих частин, кожна з яких підписується відповідним працівником.

В заготовку обирається інформація тільки про роботу локомотивної бригади з локомотивом протягом маршруту (без урахування зарплатних маршрутів та міжмаршрутних простой). Формування заготовки ЕММ відбувається в реальному режимі часу при отриманні інформації про операції з локомотивною бригадою.

## Розробка модулю інформаційної системи торговельного підприємства

Виноградова О.В., Гнатушенко Вікт. В., Національна металургійна академія України,  
Україна

Сучасний етап розвитку економіки України характеризується необхідністю розвитку перспективних напрямків науки і техніки і підвищенням ефективності виробництва з метою доведення якості продукції до світових стандартів. Для вирішення цієї задачі керівництву підприємств потрібна оперативна достовірна інформація про фактичний стан виробництва, потребах у ресурсах, ситуації на ринку і т. і. Одним з ефективних напрямків удосконалення управління підприємством є впровадження сучасних інформаційних систем і технологій. Однією з частин інформаційної системи є база даних. Тому розробка інформаційної системи торговельного підприємства є актуальною.

Для створення системи бази даних торговельного підприємства використана теорія розробки баз даних, нормалізації даних, візуальна складова створення системи(схеми даних та взаємозв'язків сутностей).

Основною ідеєю для розробки структурної схеми бази даних та створення системи бази даних є проектування найбільш гнучкої та адаптивної моделі, в якій основні сутності пов'язані між собою. Розроблена система в якій завантаження, зміна та видалення частини даних не потребує блокування всієї системи, а запити на отримання інформації швидкі та не навантажують інформаційний простір для отримання якісної своєчасної інформації.

Модуль системи було розроблено за допомогою платформи .NET, версія 4.5 мова програмування C#. Інтерфейс користувача не відіграє важливої ролі, тому використана Console. Основною задачею є оцінка швидкості опрацювання та передачі XML чи Dataset. У зв'язку з тим, що спосіб доступу до бази є виключно прерогативою розробника та не впливає на результат, обрано використання WCF та ADO.NET у якості методології отримання даних, та XmlSerializer в якості перекладу даних у формат Xml.

В роботі було розроблено схему бази даних, основні об'єкти, зв'язки між ними та функціонал у вигляді процедур, функцій, та представлень. Було створено 29 таблиць, які містять 11123 записів, 4 тригери, 108 індексів, 3 представлення, 2 функції та 3 процедури. Скрипт відпрацював за 2 секунди, загальний об'єм скрипта більше 2200 строк. Тестування розробленої інформаційної системи проводилось на основі наповнення таблиці продажів dbo.Sales на 100 / 10 000 та 1 000 000 записів. Розроблена система працювала на двох різних комп'ютерах – на віртуальному сервері (потужному) та на стаціонарному комп'ютері, менш потужному. В якості параметрів, яка характеризують працездатність системи використовувались дані по часу обробки коду та по використанню оперативної пам'яті на віртуальному сервері. Головними параметрами для аналізу було швидкість виконання та обсяг оперативної пам'яті, який виділявся на операції, нажалі обсяг пам'яті на локальному комп'ютері важко відслідкувати, тому аналізувався обсяг на сервері та швидкість виконання запитів, план побудови запитів при використанні збережених процедур. Проаналізовано швидкість роботи системи при використанні перекладу даних у XML на стороні бази даних та на стороні додатку .Net за допомогою XmlSerializer.

Висновок роботи полягає у тому, що отримані результати швидкості праці розгортання системи, швидкості додавання нових записів у базу даних та те, що система працює без помилок. На основі проведених досліджень зроблено висновок, що використання перекладу результатів збережених процедур, чи навіть простих скриптів у XML формат на стороні бази даних як мінімум на 30% швидше, за використання отримання DATASET та перекладу його через XmlSerializer на стороні додатку .Net C#. Це можна пояснити тим, що на стороні бази даних використовуються низькорівневі системи, та формується XML-документ який і так є в основі, а .Net C# навпаки використовує високорівневі технології перетворення, тому буде використовувати більше ресурсів та довше буде проходити.

## Розробка та дослідження моделі логування в ETL системах

Виноградов М.Г., Гнатушенко Вікт, В., Національна металургійна академія, Україна

Дані, що завантажуються з будь-яких джерел, як правило, потрібно не просто зберігати всередині однієї системи, а передавати для обробки і аналізу до інших системи. Для цього використовуються сховища даних (СД або DWH - Data Warehouse) – бази даних для збору і обробки різної інформації, розроблені і орієнтовані спеціально для підготовки звітів і бізнес-аналізу, з метою підтримки прийняття рішень на підприємстві. Тому розробка та дослідження моделі логування в ETL системах є актуальною.

Виділяють три етапи в процесі роботи з даними: 1. Витяг (Extract) – відбираються і описуються дані зовнішніх джерел (формується метадані СД), які повинні зберігатися в СД (релевантні дані). 2. Перетворення (Transform) – релевантні дані перетворюються в формат представлення даних в СД, правила перетворення зберігаються в метаданих СД, формується ключові поля таблиць фізичної структури СД, виконується очищення даних. 3. Завантаження (Load) – дані завантажуються в СД, виконується побудова агрегатів. Ці три етапи і складають аббревіатуру ETL - одного з основних процесів в управлінні даними при отриманні їх з джерел і завантаження в СД, з метою отримання достовірної інформації.

Основним підходом до логування є запис всієї необхідної інформації у кінцеву систему накопичення інформації. Так за системою зберігання інформації виділяють наступні системи запису: кеш процес, файлова система, база даних (локальна чи хмарна) . Системи логування з використання баз даних - перебачають записи операцій у базу даних. Перевагою такого підходу є те, що таблиця бази даних не є тимчасовою та можливо отримувати дані за запитом чи створення окремої системи для швидкого отримання звітів. Недоліком є те, що потрібно у процесах, які відбуваються не на стороні бази даних, створити підключення до бази. Якщо є необхідність логувати лише транзакції, у яких відбуваються зміни даних тоді можливо побудувати системи запису на базі тригерів – особливих процедур, які зберігаються, автоматично при використанні бази даних.

В роботі розроблено систему логування будь-якої ETL сутності, яка може включати в себе додаткові зовнішні блоки. Було проаналізовано на прикладі ETL системи розробленої за допомогою технології MS SQL Server Integration Services (SSIS). В системі були використані зовнішні блоки – коди та методи .NET C#, збереження процедури на стороні MS SQL Server, використання BAT файлу та блоків, які вбудовані у SSIS.

Система складається з 2 таблиць, які пов'язані між собою. Перша таблиця – це таблиця запусків, в якій фіксуються запуски додатків або взагалі системи ETL, та таблиця безпосередньо логів, в якій фіксуються всі дані по процесам у середині системи. Виконано програмну реалізацію, яка записує дані у таблицю та отримує поточний унікальний код запуску та унікальний код процесу.

Розроблена система підлаштовується під потреби користувача та може легко бути вбудована у іншу систему ETL. Проаналізовані системи логування: використання тригерів та вбудованих систем у оболонку програмування систем ETL.

У результаті проведених досліджень було виявлено, що вбудовані системи логування не можуть записувати дані про зовнішні блоки, які повинні бути логовані, а розроблена система повністю може логувати всі блоки, навіть найменші зовнішні кроки. Система на основі тригерів – не є повною, тому що, в ній ми не можемо аналізувати блоки системи ETL, які не працюють на стороні бази даних, а при відкаті транзакції, дані не будуть записані та не буде змоги аналізувати помилки чи неможливість виконати логіку.

## Моделирование движения динамических объектов по результатам наблюдений, поступающих с запаздыванием

Востриков И.В., МГУ имени М.В.Ломоносова, Россия

В докладе рассмотрено моделирование движения автономных автомобилей на перекрестке.

Для моделирования потока есть различные подходы, модели.

1. Макроскопические: модели-аналоги (модель Лайтхилла и Уизема, модель Гриншилдса).

2. Мезоскопические: модели расчета матрицы межрайонных корреспонденций (гравитационная, энтропийная модели), модели распределения потоков (модель равновесного распределения потоков и оптимальных стратегий).

3. Микроскопические: модели следования за лидером (модель оптимальной скорости, модель умного водителя), клеточные автоматы.

Данная классификация учитывает как методы моделирования, так и степень детализации. Рассмотрим более подробно некоторые из вышеперечисленных моделей.

Почему же выбор модели так важен? Откалиброванная модель может использоваться для локального управления на основе текущего состояния, тем самым разгружая ситуацию на дороге в данный момент, проблема в том, что нужно управлять сложными динамическими системами в условиях неопределенности.

Исходя из модели клеточных автоматов К. Даганзо (1994), которую можно представить, как схема Годунова + модель Лайтхилла-Уизема + треугольная фундаментальная диаграмма, предлагается способ оптимального управления светофорами и въездами на магистралях. Поясним основную идею того, как следует управлять.

Из фундаментальной диаграммы следует, что одному и тому же значению потока автомобилей соответствуют разные (как правило, две) плотности и, как следствие, разные скорости. Очевидно, что более выгодным режимом является режим с большей скоростью.

Задача управления (скажем, светофорами или въездами на основные магистрали) заключается в том, чтобы большую часть времени среднестатистический водитель проводил именно в таких режимах.

В данной работе мы воспользуемся моделью Трайбера (модель разумного водителя) для микроскопического моделирования на перекрестке, тем не менее упомянутая модель Лайтхилла-Уизема(LWR) нам еще понадобится при решении задачи о светофоре - мы не хотим, чтобы перед ним скапливалась очередь.

В данной работе были рассмотрены различные микроскопические модели и выбрана модель Трайбера для реализации движения АТС на перекрестке. Была применена модель Аккермана движения АТС, а также смоделировано движение на перекрестке.

### Список литературы

[1] M. Treiber, A. Hennecke and D. Helbing, "Congested traffic states in empirical observations and microscopic simulations". *Physical Review E* 62, 1805–1824 (2000).

[2] M. Treiber, A. Kesting "Calibrating Car-Following Models using Trajectory Data: Methodological Study". Institute for Transport & Economics Technische Universitat Dresden (Germany) March 28, 2008.

[3] J. Ackermann; T. Bunte "Automatic car steering control bridges over the driver reaction time". (English). *Kybernetika*, vol. 33 (1997), issue 1, pp. 61-74.

## Имитационное моделирование процесса идентификации сложных колебаний в акустической дефектоскопии

Гасанов З. М., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина

Многим функционирующим системам характерно свойство нелинейного преобразования входных воздействий. Линеаризация нелинейностей приводит обычно к удовлетворительным результатам только в узком диапазоне изменения входных сигналов, а линейная модель часто не отражает существенных свойств исследуемого объекта. При формализации закономерностей функционирования нелинейных систем можно использовать, как и в случае линейных систем, два основных типа математических моделей – модели «вход – выход» и модели в пространстве состояний. Напомним, что уравнения, показывающие взаимосвязь между значениями входных и выходных сигналов, образуют модель «вход – выход» – модель «черного ящика». Когда поведение системы описывается через обобщенные(фазовые) координаты в фазовом пространстве, то соответствующие уравнения представляют модель в пространстве состояний.

Существует широкий класс объектов, для которых построение линеаризованной модели или модели в пространстве состояний не имеет смысла по причине отсутствия информации об их структуре. Такие объекты должны анализироваться как существенно нелинейные. Для них наиболее подходящими являются модели типа «вход – выход» – модели «черного ящика». Эти модели описывают взаимосвязь между непосредственными значениями входных и выходных сигналов и не претендуют на раскрытие глубоких механизмов описываемых процессов.

В работе [1] рассмотрен достаточно сложный и существенно нелинейный колебательный процесс, который возникает при дефектоскопии слоистых материалов с помощью акустического метода. Данный метод основан на возбуждении свободно затухающих упругих колебаний в контролируемом изделии. Следовательно, вся информация о состоянии контролируемой структуры заложена в импульсной переходной характеристике, рассматриваемой как реакция на однократный механический ударный импульс. Данная характеристика включает в себе комбинацию колебаний точки приложения импульса и окружающей среды. Поэтому представляет собой характеристикой нелинейного колебательного процесса с неизвестной структурой.

Так как однократный механический удар отличается от идеального импульсного сигнала, то реакцию объекта нельзя рассматривать как импульсную переходную функцию. В таком случае самой простой и, в то же время, достаточно общей является модель «черного ящика» в виде функционального ряда Вольтерра, которая часто применяется для моделирования достаточно сложных технологических процессов.

Но модель Вольтерра содержит некоторую случайную составляющую  $\omega$  входного сигнала, которая не обусловлена входным воздействием. Случайность параметра  $\omega$  затрудняет использования этой модели для идентификации данных колебательных процессов.

В этом случае, предлагается применить методы имитационного моделирования с генерацией возможных значений параметра  $\omega$ . Для каждого значения параметра  $\omega$ , которое получается после генерации, проводится расчеты параметров модели по методике, описанной в работе [1]. Окончательная идентификационная модель получается после статистического анализа результатов вычислительных экспериментов.

1. Гасанов З.М. Моделирование нелинейных колебаний с помощью функциональных рядов / З.М. Гасанов. // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. — 2010. — Випуск 35. — с. 198-201.

## Комплекс контролю доступу на базі біометричних методик

Годун Є. Д., Капшученко Д. О., Остапець Д. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Системи контролю і управління доступом містять сукупність програмно-апаратних та технічних засобів, які забезпечують обмеження/реєстрацію входу чи виходу суб'єктів до певної території. Додатковими функціями СКУД можуть бути облік робочого часу, ведення журналу відвідувачів, підрахунок заробітної плати та інше.

Сучасні системи ідентифікації, як правило, потребують знання паролю або наявності ключа. Біометричні ж системи дозволяють однозначно визначити конкретну людину за її фізіологічними характеристиками. До таких характеристик відносяться відбитки пальців, форма долоні, візерунок райдужної оболонки, зображення сітківки ока та ін.

Біометричні методики мають свої переваги й недоліки. Перевагами можна вважати важкість підробки й унікальність ідентифікаторів, основним недоліком є висока вартість обладнання. Серед біометричних методів виділяється розпізнавання за обличчям, тому що цей метод не потребує будь-якого специфічного та дорогого обладнання.

В даний час відомі такі методи розпізнавання особи за обличчям, як метод головних компонентів синтез об'єктів лінійних класів, гнучкі контурні моделі обличчя, методи засновані на геометричних характеристиках обличчя, порівняння еталонів та ін. В роботі проведений порівняльний аналіз вказаних методів, за результатами якого прийняте рішення в підсистемі розпізнавання використовувати метод геометрії обличчя. Цей метод має велику ступінь розпізнавання й виконує розпізнавання досить швидко. В методах цього виду розпізнавання полягає у виділенні набору ключових точок, областей на обличчі особи і наступному формуванні набору ознак. Серед ключових точок можуть бути куточки очей, губ, кінчик носа, центр ока тощо.

В розроблюваній системі створено інтелектуальний модуль ідентифікації осіб, який можна використовувати спільно з уже існуючими системами відеоспостереження, що вже впроваджені на багатьох підприємствах. Система включає в себе сервер, головною задачею якого є аналіз вхідного відео-потoku на предмет розпізнавання зареєстрованих у системі користувачів та зберігання результатів у базу даних. Клієнтський додаток відображає результати у вигляді журналу та дозволяє редагувати його у разі необхідності. Зв'язок між сервером і клієнтською частиною захищений за допомогою протоколу TLS.

Отриманий відео-потік поділяється на кадри. Кожен отриманий кадр передається у програмний модуль розпізнавання, який нормалізує і передає на аналіз вже нормалізоване зображення. Аналіз складається з наступних етапів: пошук обличчя, пошук ключових точок та підрахунок ознак. Ознаки - відношення певних відстаней на обличчі одне до одного. Після проводиться порівняння отриманих ознак з еталонними, що зберігаються у базі даних на сервері.

Для розробки програмного модулю розпізнавання була використана бібліотека комп'ютерного зору OpenCV. Детектування обличчя здійснюється за допомогою вже навчених каскадів Хаара, що йдуть в комплекті з бібліотекою. Знаходженням ключових точок на обличчі займається API інтерфейс FaceMark, який не входить у офіційний реліз бібліотеки і підключається окремо.

Проведено дослідження роботи алгоритму розпізнавання за певним переліком ознак із застосуванням набору фотографій осіб з відкритих джерел. Для проведення досліджень ознак за придатністю їх для розпізнавання розроблено спеціальний програмний модуль. Модуль приймає номери точок, підраховує можливі відстані між ними, розраховує можливі ознаки, аналізує якість роботи цих ознак на предмет вірних та помилкових підтверджень. В результаті сформовано набір ознак, які при спільному використанні дають задовільний результат розпізнавання з невеликим відсотком хибних підтверджень.



## **Розробка інформаційної системи Електронного податкового обліку**

### **АТ «Укрзалізниця»**

Горбачова І.С., Острогова Л.М., Чепіжко С.П., філія «ПКТБ ІТ» АТ «Укрзалізниця»,  
Україна

Мета роботи – це створення в рамках Порталу УЗ робочого місця працівника підрозділу АТ «Укрзалізниця» (далі УЗ) для роботи з електронним податковим обліком. Яке реалізує роботу з податковими документами, їх підписання, передачу до Державної Податкової служби (далі ДПС), збереження в Архіві електронних документів УЗ (АЕДО УЗ), передачу документів клієнтам.

В рамках Єдиного корпоративного інформаційного порталу УЗ (ЄКІП УЗ) розроблено програмне забезпечення АРМ ЕПО (Електронний податковий облік). Для створення програмного забезпечення використовувалась технологія Веб-додатків (Angular), та розташування у середовищі SharePoint 2010. Для взаємодії із центральною автоматизованою системою використовувались Веб-сервіси (WCF). АРМ ЕПО виконує наступні функції:

- Налаштування АРМ ЕПО для роботи конкретного підрозділу.
- Одержання та запис до централізованої бази даних податкових документів від різних підрозділів.
- Відображення списків документів по конкретному підрозділу з можливістю різноманітної фільтрації, групування та пошуку.
- Перегляд та друк документів у pdf форматі (візуалізація).
- Накладання відповідних цифрових підписів та відправка зашифрованого контейнера з документами до Єдиного реєстру податкових накладних (далі ЄРПН) ДПС.
- Обробка та візуалізація відповідей від ДПС.
- Можливість обміну документами з контрагентом як через поштову скриньку, так і через електронний поштамт ДПС.
- Формування запитів до ЄРПН, одержання, зберігання та візуалізація відповідей.

Для організації процесів взаємодії із системою використовується програмний комплекс Керування обчислювальним процесом (КОП). Задача якого забезпечувати багатопоточність, надійність, гарантовану доставку інформації, ведення реєстрації роботи системи та компонентів. Для реалізації функцій електронного податкового обліку було доопрацьовано та створено нові сервіси, а саме розроблений поштовий менеджер взаємодії із ДФС та сервер додатків взаємодії із поштамтом ДФС, які виконують наступні функції:

- Взаємодія з поштовою скринькою для пересилки документів та запитів в ДПС та клієнтам за допомогою сервісу приймання повідомлень та менеджера обробки повідомлень (МППС Email).
- Одержання квитанцій та вихідних документів від ЄРПН, зв'язування їх з відповідним відправленими документами та запитом, запис до центральної бази даних (далі ЦБД) (МОС Обробка квитанцій).
- Сервер застосувань взаємодії з Електронним поштамтом ДПС для обміну з контрагентами.

У якості системи зберігання даних використовується ЦБД на платформі ORACLE, що дає надійну та швидку роботу з даними. В рамках ЦБД:

- Створена незалежна база даних (далі БД) податкового обліку АТ «Укрзалізниця»
- Розроблена початкова структура БД податкового обліку та ряду довідників
- АРМ взаємодіє з централізованою БД через стандартні компоненти доступу до даних (ДАС та сервіс запису до БД).

## Моделювання технологічного процесу роботи станції за методологією поетапного моделювання

Горбова О.В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, Україна

В основі проектування технічного забезпечення, автоматизованих систем управління, розробки різноманітних технологічних процесів лежить моделювання предметної області. Під час моделювання технологічних процесів застосовують різні методи й підходи. Усі вони мають свої особливості, проте до моделювання предметної області висуваються такі вимоги:

- однозначний опис структури предметної області;
- зрозумілість результатів передпроектного обстеження для замовників і розробників на основі застосування графічних засобів відображення моделі;
- реалізованість, під якою розуміють наявність засобів фізичної реалізації моделі предметної області в інформаційних системах;
- забезпечення оцінки ефективності реалізації моделі предметної області на основі певних методів та обчислюваних показників.

Ефективним способом описання функціонування об'єктів, що забезпечує високу інформативність та інтуїтивно зрозуміле представлення інформації, є візуальне моделювання. Така графічна інтерперетація дозволяє поетапно моделювати технологічний процес роботи залізничної станції.

При поетапному моделюванні технологічного процесу роботи залізничної станції застосовується вхідна, внутрішня та вихідна моделі проектування, а також методи їх перетворень. Кожна з представлених моделей передбачає наявність вхідних та вихідних даних, а також правил їх обробки.

Створення вхідної моделі характеризується побудовою ефективного графічного представлення, орієнтованого на візуалізацію та формалізацію технологічного процесу. На цьому етапі набір діаграм формалізації технологічного процесу представляється у вигляді множини графічних об'єктів  $Q_{вх}$ . При цьому виділені типи об'єктів:  $D_p$  – діаграма прецедентів,  $D_{scd}$  – діаграма станів,  $D_{act}$  – діаграма діяльностей.

Розглянуті діаграми станів і діяльностей визначають правила функціонування моделі залізничної станції, що і представляє внутрішню модель технологічного процесу. Станція являє собою сукупність автоматів, що взаємодіють між собою в дискретному часі. Частина автоматів існує весь час роботи моделі (постійні), а частину створюють і знищують у процесі роботи (тимчасові).

Вихідна модель може служити основою для вирішення широкого кола завдань, у тому числі і для функціонального моделювання роботи станцій з метою отримання їх техніко-технологічної оцінки.

Таким чином, у запропонованому методі показано формалізацію опису технологічних процесів залізничних станцій на основі методів візуального програмування для імітаційного моделювання роботи залізничних станцій. Діаграми станів та діяльності мови UML адаптовано для представлення технології роботи залізничних станцій. При формалізації опису залізничної станції діаграми станів описують зміну фаз обслуговування об'єктів у процесі виконання технологічного процесу функціонування станції. Діаграма станів являє собою скінченний автомат, який моделює послідовності зміни станів об'єкта. Деталізація поведінки об'єктів, що обслуговуються на залізничних станціях, виконується за допомогою діаграм діяльностей. Діаграми діяльностей використовуються для формального опису технологічних операцій з об'єктами та виконавцями, що їх забезпечують.

## **Використання інформаційних технологій для оптимізації виробничих бізнес процесів**

Горобець С.Г., Гнатушенко Вікт, В., Національна металургійна академія України, Україна

Оптимізація виробничих бізнес процесів на основі інформаційних технологій в першу чергу пов'язана з процесом передачі потоків даних всередині компанії. На підприємстві виникає проблема організації управління даними, яка б забезпечила найбільш ефективну роботу. Для ефективного керівництва і оптимального виконання робіт сучасним керівникам і фахівцям постійно потрібно мати в розпорядженні достовірну інформацію, велику за обсягом. Цього можна досягти за допомогою засобів і методів автоматизації інформаційних потоків бізнес процесів.

Концептуально бізнес процеси діляться на вхідні та вихідні потоки даних, механізм функціонування і управління, які дуже часто являють собою інформацію. Стандартизація форм і методів передачі інформації всередині компанії значно спрощують комунікацію і роботу між секціями.

Для оптимізації бізнес процесі використано системний підхід, який полягає в тому, що складний об'єкт розглядається як відносно самостійна система зі своїми особливостями функціонування і розвитку. При проектуванні інформаційної системи потоків даних було:

1. визначено об'єкт діяльності з обмеженою множиною взаємодіючих елементів;
2. встановлено склад, структуру і організацію елементів і частин, виявлено провідні взаємодії між ними;
3. виявлено зовнішні зв'язки системи, виділено головні;
4. визначено функцій системи і її ролі серед інших;
5. проведено аналіз протиріч структури і функцій;
6. виявлено на цій основі закономірності та тенденції розвитку.

У даній роботі розроблено додаток основною метою якого є стандартизація та актуалізація даних для процесу виробництва від секції продажів. Рішення передбачає що стандартизована інформація до відділу виробництва потрапляє в рамках однієї системи з відділу продажів. Це оптимізує бізнес процес виробництва, в першу чергу, за рахунок зменшення людського фактора в процесі передачі інформації. Другим важливим моментом є те, що інформація потрапляє не від однієї особи до іншої, а є відкритою в рамках даної системи і доступна іншим користувачам. Всі дії, що включаються в процес, не випадкові і не довільні, а взаємопов'язані і організовані і тільки в сукупності можуть дати необхідний ефект.

Вхід в бізнес процес - стартовий ресурс (комплектація, замовна заявка, поставки, будь-які інші матеріальні або інформаційні потоки, які використовуються при виконанні бізнес-процесу). Вхід може бути декілька, якщо вхід - один, то це найпростіший процес. У системі розглядається інформація від замовника стосовно замовлення, така як тип товару, кількість та бажані строки. В якості вихіда у бізнес процесі можуть бути як послуги або товари, так і інформація. В даному випадку на виході системи отримуємо провалідовні дані єдиної форми, необхідні для виробництва. Управління бізнес процесом - як правило інформація, яка визначає правила перетворення вхідних потоків даних в вихідні з урахуванням механізмів функціонування. Реалізовано - контроль та коригування вхідних даних, контроль зміни станів в процесі проходження етапів системи. Програмне рішення реалізовано з використанням ASP.NET Core 2.1, Angular 8, MS SQL Server 2017 та розташоване за допомогою IIS на Windows Server 2012.

Основною перевагою розробленої системи є стандартизація інформації, розмежування доступу для різних користувачів системи в залежності від їх ролей в бізнес процесі. Також в рамках даного рішення інформація знаходиться в одному джерелі, що спрощує управління бізнес процесом.

## **Защита информации в локальной сети промышленного предприятия**

Дериглазов І.О., ДВНЗ Украинский государственный химико-технологичный университет, г. Днепр, Украина

Сегодня практически каждое предприятие устанавливает локальную компьютерную сеть. Локальная сеть предприятия, как правило, основана на двух простых топологиях шины и звезды, причем каждый отдел соединен шиной, а между собой отделы соединены по топологии звезда. Возможные угрозы в локальной сети делят на две большие группы: технические и "человеческие". Одной из самых распространенных и, одновременно, серьезных технических угроз являются ошибки в различном ПО. Причем речь идет не только об ошибках в ПО, открывающих путь к конфиденциальным данным хакерам, это лишь малая часть ошибок. На самом деле существует множество ошибок, которые приводят к неработоспособности отдельных приложений или системы в целом, нерациональному использованию ресурсов ПК и т. п. Единственным способом борьбы с этой угрозой является постоянное обновление ПО и установка патчей, выпускаемых его разработчиками.

Другой весьма распространенной технической угрозой являются вирусы. На сегодняшний день существует огромное множество самых разнообразных зловредных программ. Некоторые из них - просто довольно безобидные, другие могут уничтожить всю информацию на компьютере.

К сожалению, хорошей защиты локальной сети от всех возможных видов технического воздействия не достаточно для обеспечения ее полной безопасности. Необходимо учитывать и человеческий фактор. Наиболее распространенной опасностью, связанной с людьми, работающими в организации, является халатность. Пароль на бумажке под клавиатурой или на стикере, приклеенном к монитору, посещение сомнительных сайтов, ведение личной переписки через Интернет с рабочей станцией.

На сегодняшний день большинство экспертов при построении системы сетевой безопасности выделяют три главные цели: целостность, конфиденциальность и доступность данных. Самая главная цель системы сетевой защиты - целостность данных. Она подразумевает обеспечение полной сохранности оригинальной информации. Вторая цель системы сетевой защиты - конфиденциальность информации. Сегодня многие люди склонны преувеличивать опасность хакеров, хотя в половине всех случаев утери важной информации виноваты сбои в системе электропитания. Третья и последняя главная цель - обеспечение доступности данных. Здесь подразумевается, что каждому пользователю в любой момент должна быть доступна вся необходимая для работы информация.

Рассмотрим такие методы защиты как идентификация и аутентификация. Эти методы можно считать основой программно-технических средств безопасности, поскольку остальные сервисы рассчитаны на обслуживание именованных субъектов. Идентификация позволяет субъекту - пользователю или процессу, действующему от имени определенного пользователя, назвать себя, сообщив свое имя. Посредством аутентификации вторая сторона убеждается, что субъект действительно тот, за кого себя выдает. На малых предприятиях такой защиты информации бывает достаточно и используется только эта технология, но есть и устройства контроля биометрических характеристик пользователей сети. Они сложны и недешевы, поэтому пока они применяются только в специфических организациях с высокими требованиями к безопасности.

В данной работе разработаны алгоритмы идентификации и аутентификации пользователей локальных сетей малого предприятия.

## Дослідження і застосування сучасних web-технологій для розробки програмного комплексу «Розумна парковка»

Дмитрієва І.С., Сілін С.О. Національна металургійна академія України, Україна

*Актуальність теми.* Жителі мегаполісів постійно стикаються з проблемою паркування автотранспорту. Навіть при наявності багаторівневого майданчика для паркування буває важко знайти вільне місце, так як водій не в змозі отримати необхідну інформацію за кермом автомобіля.

Сучасне покоління автовласників має достатній рівень оснащення електронними пристроями, що дозволяють орієнтуватися в просторі, проте паркування, як і раніше, є сліпою зоною. Використання мобільних пристроїв є кращим варіантом інформаційного забезпечення користувачів, проте не всі автовласники є активними користувачами смартфонів. Для таких клієнтів необхідно надавати інформацію в іншому доступному вигляді. Наступне покоління водіїв буде готово до розумних технологій, які необхідно реалізувати. Розробки в напрямку повністю автоматичного керування автотранспортом також відчувають потребу в інформаційному забезпеченні паркування.

Всі ці фактори говорять про те, що використання невеликих наочних web-додатків в сукупності з технологіями розпізнавання зображення є перспективним напрямком у створенні різних компонентів у складі «розумного» міста.

Застосування сучасних технологій web-програмування та розроблених підходів до їх інтеграції в системі «розумного паркування» істотно прискорить процес розробки web-додатки «розумного паркування», підвищить зручність використання послуг парковок, дозволить скоротити витрати на обчислювальні ресурси.

Метою даного дослідження є знаходження оптимального способу створення інформаційної системи «розумного паркування», що містить пристрій для визначення місця розташування машин на парковці, підказки для клієнтів паркування і користувальницький інтерфейс web-додатки.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання: аналіз існуючих рішень в області інформаційних систем організації «розумних парковок»; складання схеми інформаційної системи та обґрунтування її ефективної застосовності; вибір оптимальних засобів розробки з урахуванням існуючих критеріїв; розробка, тестування web-додатки для резервування місць та моніторингу паркування; оцінити шляхи подальшої оптимізації споживаних ресурсів і шляхи подальшого масштабування системи.

Робота відкриває напрям досліджень в області розвитку сучасних інформаційних та web-технологій, застосування інформаційних та web-технологій для поліпшення якості життя і комфорту як жителів України в цілому, так і водіїв зокрема.

Виявлено, обґрунтовано й описано переваги інформаційних технологій як інструменту розвитку паркувальних систем. Показано, що за допомогою цього інструменту стає можливим підвищити ефективність і зручність як закритих, так і відкритих парковок, не витративши на це велику кількість ресурсів.

Дослідження показує, що використання інформаційної системи «розумної парковки» у традиційну систему парковок, включаючи ти, охороняються і без охорони, не порушує її цілісності, розкриваючи при цьому її потенціал у вирішенні проблем з чергами, переповненістю і безпекою, а також у підвищенні задоволеності користувачів парковок – водіїв.

*Висновки.* Проведено аналіз традиційної системи парковок в місті Дніпро, а також кількох подібних аналогів «розумних парковок», створена схема запропонованої парковки, створений робочий макет парковки і прототип з робочою програмною і апаратною частиною.

## **Розробка технології пошуку викидів у часових рядах фінансових показників**

Долгіх А.О., Байбуз О.Г. Дніпровський національний університет ім. О.Гончара, Україна

Викидами називають значення показника, суттєво віддалені від інших подібних точок. Виявлення таких значень є однією з основних проблем інтелектуального аналізу даних. У часових рядах фінансових та економічних показників, поява викидів може вказувати на спроби маніпулювання цінами або проведення шахрайських операцій на банківському та фондовому ринку. Окрім цього, певні типи викидів не несуть в собі ніякої корисної інформації про появу нових трендів чи зміну динаміки, тому для побудови коректних моделей досліджуваних процесів бажано проводити їх заміну на більш прийнятні значення.

Методи ідентифікації викидів, які існують на сьогоднішній день, умовно можна поділити на такі групи: методи статистичного аналізу, що ґрунтуються на використанні середньоквадратичного відхилення; методи кластеризації та класифікації; методи, що підбирають оптимальну прогнозу модель ряду та здійснюють пошук викидів не в оригінальній послідовності, а у ряді залишків.

Використання методів першої групи часто не дає бажаних результатів, тому що від самого початку вони були винайдені для пошуку аномалій у вибірках випадкових чисел. Оскільки часові ряди мають суттєві відмінності від вибірок, зумовлені самою природою такого роду даних, застосування звичайних статистичних підходів у чистому вигляді є недоцільним.

Методи другої групи у випадку застосування засобів класифікації вимагають наявності тренувального набору, попередньо розподіленого на класи: «викид» та «нормальне значення». Це суттєво звужує можливості їх використання. Якщо ж для визначення аномалій використовуються методи кластеризації, то їх застосування може потребувати побудови складних моделей машинного навчання, певні з яких вимагають вхідної інформації про кількість класів, присутніх у часовому ряді. Це також ускладнює можливість їх застосування для задачі пошуку викидів, оскільки заздалегідь невідомо, скільки аномальних значень є у ряді.

Використання методів останньої, третьої, групи є перспективним напрямком досліджень на сьогоднішній день. Головна ідея їх застосування полягає у виборі оптимальної моделі часового ряду. Після того, як краща модель часового ряду знайдена, переходять до обчислення ряду залишків, тобто відхилень прогнозних значень від оригінальних. Ідентифікацію аномальних значень у залишках проводять за допомогою статистичних методів пошуку викидів для вибірок випадкових чисел. При цьому особливої важливості набуває питання побудови досить якісної моделі, залишки якої є випадковими, незалежними одне від одного числами з нульовим середнім та відсутнім трендом.

У ході виконання дослідження була розглянута можливість застосування адаптивних моделей прогнозування для пошуку викидів у часовому ряді. Вони не накладають обмежень на довжину ряду, враховують старіння інформації, не вимагають виконання обчислення складних математичних виразів. Розроблена процедура була апробована на часових послідовностях, що представляють собою ціни на акції відомих компаній, таких як Microsoft, AON, IBM, у період з 2017 по 2018 рік, завантажених з ресурсу “Yahoo! Finance”. Наукова новизна запропонованого підходу полягає у тому, що при використанні не надто складних моделей, які не вимагають оцінювання значної кількості параметрів, вдається не тільки знаходити місця появи аномальних значень, але й визначати приналежність до одного з основних типів: “АО” – одиничний викид, “ТС” – тимчасові зміни, або “LS” – зміна рівня. Перспективами подальших досліджень є тестування та ефективності швидкості роботи запропонованого підходу у порівнянні з іншими методами цієї групи.

## **О методах идентификации железнодорожного подвижного состава**

Доманская Г.А., Егоров О.И., Бондарева В.С., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В.Лазаряна, Украина

Одной из задач управления на железных дорогах является учет вагонопотоков и, как следствие этого, его идентификация. Автоматизация учета вагонопотоков реализуется во многих системах, применяемых на сортировочных станциях (парки прибытия, отправления поездов, сортировочная горка), перегонных межстанционных участках и др. В данной работе разработана классификация методов и систем идентификации различных характеристик вагонов.

Идентификация вагонов включает в себе определение различных характеристик: количество осей, количество вагонов и их осьность, номера вагонов, основное удельное сопротивление движению и т.д. Степень идентификации зависит от набора данных, необходимых на данном технологическом участке или для данной системы автоматизации.

В целом системы идентификации вагонов можно разбить на три группы:

- системы, определяющие номера вагонов;
- системы, определяющие статические характеристики вагонов;
- системы, определяющие динамические характеристики вагонов.

Системы определения номеров вагонов в настоящее время прогрессивно используются на железных дорогах. Эти системы более информативны с точки зрения получения информации об объектах идентификации. Технически такие системы реализованы с использованием волновых (радиоволны), телеметрических (с последующим распознаванием образов телеизображения), магнитоэлектрических, глобально-позиционных и других технологий. Однако, разработка, производство, внедрение и эксплуатация подобных систем весьма дорогостоящие и в ряде случаев экономически не выгодны.

Системы определения статических характеристик менее критичны с экономической точки зрения. В ряде случаев их применение является полностью информационно-достаточным для выполнения поставленных задач. К задачам таких систем относится определение следующих статических характеристик отцепов, прошедших контрольный участок: количество осей вагонов, количество и осьность вагонов, тип вагонов (имеется в виду платформа, крытый вагон и др.) и т.д.

Проведя анализ существующих методов идентификации статических характеристик вагонов, были определены основные их группы:

- по использованию средств железнодорожной автоматики;
- по решаемым задачам идентификации;
- по влиянию динамики движения вагонов на правильность идентификации.

Каждой из рассмотренных групп идентификации вагонов соответствуют определенные методы, имеющие свои области применения и некоторые ограничения. Чаще всего эти ограничения обусловлены либо невозможностью идентифицировать весь парк вагонов, либо из-за размещения контрольного участка в зонах неблагоприятных для данных методов характеристик движения объектов идентификации.

Системы, определяющие ходовые или динамические свойства вагонов, в основном применяются на сортировочных горках. Основными показателями, характеризующими ходовые свойства подвижных единиц, являются:

- основное сопротивление движению  $\omega_0$ ;
- сопротивление от воздушной среды и ветра  $\omega_{ср}$ ;
- дополнительное сопротивление от кривых и стрелочных переводов  $\omega_{ск}$ .

От того насколько точно будут определены выше перечисленные значения, зависят и качественные показатели процесса роспуска вагонов на сортировочных горках.

## Спутниковые радионавигационные системы как средство для позиционирования объектов на различных видах транспорта

Доманская Г.А., Егоров О.И., Ивин П.В., Трошин Е.А., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В.Лазаряна, Украина

Основные требования, предъявляемые к системам спутниковой навигации:

- Доступность. Готовность системы, мерой которой является вероятность работоспособности СРНС перед и в процессе выполнения той или иной задачи.
- Целостность. Мерой которой является вероятность выявления: отказа в течение времени, равного или менее заданного.
- Непрерывность обслуживания. Мерой, которой служит вероятность работоспособности системы в течение наиболее ответственных отрезков времени движения.

Системы спутникового позиционирования – современные средства координатно-временного обеспечения разнообразных работ. Основным их достоинством является глобальность, оперативность, всепогодность, оптимальная точность и эффективность.

Основной принцип использования системы – определение местоположения путем измерения расстояний до объекта от точек с известными координатами – спутников. Расстояние вычисляется по времени задержки распространения сигнала от послышки его спутником до приема антенной приемника.

Система спутниковой навигации состоит из трех основных подсистем: космический сегмент, сегмент управления и сегмент потребителя.

Глобальный сервис позиционирования практически в любом месте нашей планеты осуществляют лишь две: российская ГЛОНАСС и американская GPS, тогда как локально работают или готовятся к развертыванию следующие системы: европейская Galileo, IRNSS (индийская спутниковая региональная система навигации), китайская Compass, японская QZNSS (квазизенитная спутниковая система).

Американская GPS позволяет в любом месте Земли, исключая приполярные области, почти при любой погоде, а также в космическом пространстве вблизи планеты определить местоположение и скорость объектов. Система разработана, реализована и эксплуатируется Министерством обороны США.

ГЛОНАСС – российская глобальная навигационная система, разработанная по заказу Министерства обороны СССР, предназначена для определения местоположения (географических координат и высоты), а также параметров движения (скорости, направления движения и т. д.) для наземных, водных и воздушных объектов. В настоящее время развитием проекта ГЛОНАСС занимается Федеральное космическое агентство (Роскосмос) и ОАО «Российские космические системы».

Европейский Союз (EU) и Европейское космическое агентство (ESA) планируют ввести в полную эксплуатацию новую европейскую глобальную спутниковую навигационную систему Galileo («Галилео»). В отличие от GPS и ГЛОНАСС, система Galileo не контролируется национальными военными ведомствами, однако, в 2008 году парламент ЕС принял резолюцию «Значение космоса для безопасности Европы», согласно которой допускается использование спутниковых сигналов для военных операций, проводимых в рамках европейской политики безопасности.

Точность определения такими системами координат объектов составляет около 7–10 м. Однако, для многих приложений подобная точность недостаточна. Для увеличения точности местоопределения был предложен метод дифференциальной навигации. В последнее время системы спутниковой навигации активно применяются в интеллектуальных транспортных системах на различных видах транспорта, в том числе, и на железнодорожном транспорте.



## **Риск-ориентированная система поддержки принятия решений для защиты объектов критических инфраструктур**

Жарикова М.В., Коротун А.В., Назаренко Р.С., Херсонский национальный технический университет, Украина

В наше время стремительного развития технологий, промышленности и освоения новых территорий очень важным является не только планирование прибыли, но и анализ риска для объектов критических инфраструктур (КИ), вызванного природными и (или) техногенными процессами разрушительного характера, которые часто рассматриваются как чрезвычайные ситуации (ЧС) природно-техногенного характера. Это необходимо для своевременного реагирования на чрезвычайные ситуации и анализа возможных убытков для объектов КИ, к которым могут принадлежать предприятия и учреждения различных отраслей (энергетика, химическая промышленность, транспорт, банки, телекоммуникации, продовольствие и др.). Разрушение таких объектов может нанести значительный ущерб экономике и социально-экономическому развитию страны в целом.

В данном докладе предлагается архитектура риск-ориентированной системы поддержки принятия решений, направленных на защиту социально-значимых объектов КИ в условиях ЧС природно-техногенного характера на основе мониторинга. В системе реализована возможность, позволяющая обеспечить процесс поддержки принятия управленческих решений путем идентификации и прогнозирования ЧС с последующей оценкой риска для ценных объектов. В данной системе риск рассматривается для ценных объектов КИ как динамическая величина, которая описывает потенциальный эффект влияния ЧС на ценный объект и определяется как комбинация вероятности возникновения и последствий неопределенных будущих событий.

Архитектура системы состоит из следующих подсистем: хранилище данных, подсистема мониторинга, подсистема моделирования распространения ЧС, подсистема оценки риска и идентификации ситуации, подсистема поддержки принятия решений, подсистема визуализации. Хранилище данных содержит необходимые для функционирования системы ресурсы, такие как данные о координатах и характеристика территорий; данные мониторинга; статистические данные; метеорологические условия, настройки системы и ее отдельных элементов; промежуточные данные расчетов и т.д.

Подсистема мониторинга обеспечивает постоянный контроль за состоянием территории с целью выявления возможных ЧС. Подсистема моделирования содержит комплекс моделей динамики ЧС, позволяющих рассчитывать скорости их распространения на основе входных данных, описывающих природные условия и состояние окружающей среды, а также центра групп RGB-значений. Подсистема оценки риска и диагностики ситуации позволяет выделять участки местности, которые содержат ценные объекты с оценкой риска выше некоторого критического уровня, где требуется принятие адекватных решений по минимизации риска. Подсистема визуализации обеспечивает информацию, необходимую для принятия решений. Для лица, принимающего решения, создается ситуативная картина, отображающая текущую ситуацию, описывающую распределение риска на интерактивной карте в удобном для его восприятия виде. Подсистема визуализации построена виде интерактивной карты, позволяющей имитировать распространение ЧС, а также предоставляющей информацию для принятия решений.

Подобная архитектура способствует выработке обоснованных управленческих решений при предупреждении и ликвидации ЧС, направленных на уменьшение ущерба от ЧС. Система позволяет повысить обоснованность планирования мероприятий и эффективность действий по ликвидации ЧС.

## Дослідження стилю відлагодження програм

Жеваго О.О., Шинкаренко В. І., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Процес відлагодження програми розглядається як послідовність дій при роботі з відповідними інструментами. Необхідно дослідити спільні риси та індивідуальні відмінності, характерні для процесу відлагодження програм студентами на основі моніторингу даного процесу.

Моніторингу підлягають наступні дії:

- початок відлагодження шляхом приєднання до процесу;
- кінець відлагодження;
- запуск програми без відлагодження;
- додавання точки зупину;
- покрокове виконання із заходом до функції;
- покрокове виконання із виходом з функції;
- виключні ситуації, що виникли під час виконання програми.

Кожна дія характеризується часом та положенням, тобто назвою файлу тексту програми та номером рядка у ньому.

На основі зібраних даних пропонується розраховувати наступні метрики:

- кількість запусків програми у режимі відлагодження;
- кількість запусків програми без відлагодження;
- співвідношення кількості запусків у режимі відлагодження до загальної кількості запусків програми;
- загальна тривалість відлагодження програми;
- середня тривалість відлагодження;
- середня кількість точок зупину, застосованих в рамках відлагодження;
- загальна кількість покрокових операцій;
- середня кількість дій в рамках одного відлагодження;
- середня тривалість між діями користувача під час відлагодження;
- тривалість знаходження та виправлення помилок;
- загальна кількість виключних ситуацій, що виникли під час виконання програми

На сьогодні єдиною можливістю для аналізу стилю роботи є безпосереднє спостереження за процесом відлагодження.

Для реалізації можливості вимірювати характеристики стилю кожного студента, як на лабораторних заняттях, так і під час самостійної роботи, пропонується автоматизація даного процесу за допомогою спеціально розробленого доповнення до середовища розробки Visual Studio. Публікація VSIX пакету на офіційному сайті IDE розширень Visual Studio Gallery дозволить користувачу встановлювати такий модуль через середовище. Фактично VSIX файл – це повноцінний інсталятор, який дозволяє встановити пакет методом «одного кліку».

Рекомендованим засобом для відстеження процесів відлагодження програм є створення нового модуля відлагодження, який перенаправлятиме виклики від середовища розробки до справжнього модуля. За допомогою заміни, можна забезпечити отримання інформацію про будь-які дії користувача, пов'язані з відлагодженням.

Програмний продукт забезпечить викладача інформацією щодо стилю роботи кожного студента, якості стилю з зазначенням характерних рис, невикористаних можливостей, тим самим допоможе виявити труднощі, які зайняли найбільше часу, та проаналізувати зміни підходу до відлагодження програм протягом семестру.

## **Аналіз виконання розкладу руху маршрутних вантажних поїздів**

Жевжик Є. Г., Овчаренко С. М., філія «ПКТБ ІТ» АТ «Укрзалізниця», Україна

Маршрутні перевезення вантажів дозволяють скоротити термін доставки, зменшити час обігу вагонів, забезпечити виконання більшого об'єму перевізної роботи одними і тими ж ресурсами чим при роботі тільки з повагонними і груповими відправками. Тому АТ «Українська залізниця» запропонувала своїм користувачам транспортних послуг перевезення на особливих умовах – за розкладом руху маршрутних поїздів (РРМП) з гарантованим терміном доставки. Клієнт отримує чіткі терміни доставки вантажу, а залізниця – додаткові надходження.

Однією із складових якісного надання транспортних послуг є контроль за своєчасністю виконання складових елементів перевізного процесу. Основою моніторингу процесу доставки вантажів є метод контрольно-часових точок (КЧТ) технологічних операцій, що виконуються з вантажем на залізничних станціях. Розрахунок КЧТ здійснюється на етапі планування перевезення. Вхідними даними для розрахунку є пункти зародження та погашення вантажопотоку, вантаж, час прийому до перевезення та термін доставки. На підставі вхідних даних визначається маршрут прямування та встановлюється принципова схема доставки вантажу. Відповідно до принципової схеми визначаються обов'язкові контрольні точки, за якими буде здійснюватися контроль виконання часу доставки.

За наявності відхилень від часу планових КЧТ диспетчерським апаратом фіксуються відповідальні (господарства) та причини, які в подальшому по усьому полігону переносяться до статистичної БД з аналізу графіку руху поїздів. Виконання розкладу руху маршрутних вантажних поїздів виділяється окремим блоком і здійснюється інженерами з аналізу служб статистики та Управління статистики.

Програмне забезпечення системи аналізу графіка виконаного руху (АГВР) поїздів складається із серверу застосувань, що забезпечує розрахунок статистичних даних та взаємодію користувача через АРМ з базою даних, АРМ АГВР та довідок (звітних документів) на єдиному корпоративному інформаційному порталі.

Аналіз виконання розкладу руху маршрутних вантажних поїздів здійснюється на підставі методичних рекомендацій з обліку та аналізу графіка виконаного руху вантажних поїздів. При цьому найменший полігон, на якому здійснюється аналіз вантажних поїздів – диспетчерська дільниця. Господарства та причини запізнень встановлюються на відправлення (з початкової станції), прослідкування по диспетчерській дільниці, дирекції залізничних перевезень, регіональній філії, Укрзалізниці. Окрім того, встановлюється час запізнення по прибуттю (на кінцеву станцію призначення).

Запізненням вважається відхилення фактичного часу здійснення операції від нормативного на 5 хв. та більше, тобто відхилення менше 5 хв. не вважається запізненням і не береться до обліку у звіті.

Основними показниками виконання РРМП є:

- відсоток маршрутних поїздів, відправлених з початкових станцій за розкладом;
- відсоток маршрутних поїздів, що прослідували за розкладом;
- відсоток маршрутних поїздів, які прибули на кінцеві станції за розкладом;
- рівень виконання графіка (з урахуванням поїздів без зміни та із скороченням часу запізнення).

За результатами аналізу формуються довідка з обліку і аналізу виконання РРМП, звіт про виконання РРМП, а також довідка про виконання графіку руху по стикових пунктах диспетчерських дільниць (дирекцій, регіональних філій, АТ «Укрзалізниця»).

## **Оперативний контроль руху вантажних маршрутних поїздів за узгодженим розкладом по твердим наскрізним ниткам нормативного графіку в системі АСК ВП УЗ-Є**

Жевжик Є.Г., Репа О.П., Кійко І.М., Каракуц Д.І., філія «ПКТБ ІТ» АТ «Укрзалізниця», Україна

Впровадження у регіональних філіях АТ «Укрзалізниця» надання послуг з організації перевезень вантажів та порожніх вагонів за узгодженим розкладом руху вантажного маршрутного поїзда (далі – РРМП) потребує розробки і впровадження засобів контролю виконання графіку руху таких поїздів з метою забезпечення їх вчасного прибуття і мінімізації штрафних нарахувань при запізненнях.

Ця технологія застосовується по напрямкам значних перевезень навантажених та порожніх вагонів і передбачає:

- формування у нормативному графіку наскрізних ниток розкладу руху вантажних поїздів від станцій навантаження (формування) до станцій вивантаження (розформування);
- укладання договорів із замовниками про перевезення на особливих умовах – за розкладом руху маршрутних поїздів;
- планування формування маршрутів замовником та узгодження перевізником (Департаментом управління рухом) напрямків перевезення маршрутних поїздів (станція відправлення та прибуття за договором); дати та часу відправлення та прибуття маршрутних поїздів на станції та номерів поїздів за нормативним графіком;
- оформлення перевізних документів (на групи вагонів цього маршруту), приймання маршруту до перевезення (по забиранню останньої групи вагонів), формування поїзду та його відправлення;
- забезпечення руху поїзду відповідно розкладу руху – тобто запланованої нитки нормативного графіку, що в свою чергу передбачає постійний контроль за наявністю запізнень та їх росту.

Головна складність контролю виконання розкладу руху полягає в тому, що по ниткам нормативного графіку призначених для забезпечення руху маршрутів по договору за узгодженим розкладом руху вантажних маршрутних поїздів може рухатися будь-який вантажний поїзд (тобто такий, який не потребує жорсткого виконання графіку руху).

Реалізація оперативного контролю має забезпечуватися наступними функціональними компонентами системи:

- ведення реєстру запланованих та узгоджених відправлень маршрутних поїздів заданих напрямків із вказівкою дати та часу відправлення-прибуття маршрутних поїздів та номерів поїздів за нормативним графіком;
- закріплення за поїздом нормативної нитки і ознаки руху за твердим розкладом в системі АСК ВП УЗ-Є по першому відправленню поїзду зі станції формування або по даним перевізних документів при обробці інформації про формування поїзду;
- нарахування запізнень і ознак росту-зменшення запізнень по операціям руху як відхилень від часу операцій закріпленої нитки нормативного графіку (тобто аналогічно пасажирським поїздам);
- надання ознак вантажного поїзду, який рухається по закріпленому розкладу руху та наявності запізнень, на формах графіку виконаного руху автоматизованих робочих місць господарства перевезень всіх рівнів (АРМ станційного рівня – АРМ СТ\_Д, АРМ ДНЦ – поїзного диспетчера, АРМ ДГП – старших диспетчерів районів управління регіональних філій).

Надання оперативної інформації диспетчерському персоналу про наявність поїздів, які рухаються по твердим ниткам графіку (а також про їх запізнення та його зростання) дає можливість вчасного вжиття заходів для забезпечення виконання графіку.

## **Підвищення точності геолокації маневрових локомотивів за допомогою систем інерціальної навігації**

Жуковицький І.В., Заєць О.П., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Сучасний розвиток та зниження вартості навігаційного обладнання із використанням суміщення глобальних систем супутникової навігації (таких як GPS, ГЛОНАСС) та систем інерціальної навігації (автономних систем основаних на вимірюванні прискорень та кутових швидкостей акселерометрами та гіроскопами) дозволяють обладнати рухомий склад залізничних підприємств, зокрема маневрові локомотиви, пристроями для визначення геолокації (трекерами), що суттєво розширює можливості та точність систем диспетчеризації підприємств. Необхідність доповнення системами інерціальної навігації (ІНС) обумовлена вирішенням недоліків, які притаманні глобальним системам супутникової навігації (ГНСС): низька швидкість відновлення інформації (1-10 Гц), відсутність інформації про кутову орієнтацію, слабка завадозахищеність. Основною задачею систем інерціальної навігації є забезпечення координатами та складовими вектору швидкості в режимі корекції. Обчислювальна потужність бортових навігаційних пристроїв, що базуються на сучасних мікроконтролерах дозволяє виконувати корекції на самому пристрої у реальному часі.

Розділяють чотири типи інтеграції ГНСС та ІНС: роздільні, слабко зв'язані, жорстко зв'язані та глибоко інтегровані. У наведеному дослідженні було обрано перший тип інтеграції, що зумовлено меншою кількістю змін потрібних для модернізації існуючого обладнання та програмного забезпечення. Обидві підсистеми навігації працюють незалежно одна від одної, періодично проводиться корекція даних інерціальної системи навігації, а на виході інформація піддається комплексній обробці за допомогою фільтра Калмана. Оскільки локомотиви, як очікується, слідує законам фізики, його положення також може бути оцінене шляхом інтегрування його швидкості за часом, визначеної відстежуванням обертів колес та геометрії колії. Цей прийом відомий як зчислення. Як правило, зчислення надаватиме дуже плавну оцінку положення рухомого складу, але вона дрейфуватиме з часом у процесі накопичення маленьких помилок. Фільтр Калмана працює у дві окремі фази: передбачення та уточнення. У фазі передбачення старе положення локомотива коригуватися відповідно до фізичних законів руху, обчислюватиметься не лише оцінка нового положення, але й нова коваріація. Можливо, коваріація пропорційна швидкості локомотива, оскільки немає впевненості у точності оцінки положення зчисленням на високих швидкостях, але дуже впевнені в такій оцінці положення при повільному русі. Далі, у фазі уточнення з пристрою ГНСС отримується вимірювання положення вантажівки. Разом з цим вимірюванням надходить певна невизначеність, і її коваріація по відношенню до невизначеності передбачення з попередньої фази визначає, наскільки нове вимірювання вплине на оновлене положення.

Оскільки важливою особливістю залізничного транспорту є обмеження траєкторій його руху залізничними коліями, географічні координати чи геометричні параметри яких також можливо використати на фазі уточнення у фільтрі Калмана, коваріаційна матриця додатково коригується цими даними. Перевагою цього рішення є не тільки зниження похибки визначення географічних координат локомотиву в одиницю часу, а також підвищення інформативності та сприйняття інформації диспетчером завдяки візуалізації рухомого складу виключно в межах залізничних колій.

## Дослідження та розробка децентралізованої системи зберігання даних за допомогою технології Blockchain

Жуковицький І.В., Мартиненко М.Ю., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

За декілька останніх років технологія Blockchain почала стрімко набирати популярності. У світі вже успішно існують та працюють ефективні рішення, що були побудовані на базі Blockchain, такі як наприклад Bitcoin - пірингова платіжна система, що використовує однойменну одиницю для обліку операцій, Brave - браузер, який має можливість проводити анонімні платежі власникам сайтів, та інші.

Як було зазначено вище, досить часто дану технологію використовують цифрові криптовалюти, проте це не єдине ефективне застосування такої технології, наприклад, ринок стартапів які використовують технології blockchain, за оцінками експертів, залучить у 2020 році інвестицій на суму 3 млрд. доларів, що цілком впевнено робить технологію альтернативою традиційним венчурним інвестиціям.

Основа технології blockchain - це розподілене зберігання інформації. Така система дозволяє зберігати важливу інформацію одночасно на багатьох вузлах системи, при цьому зберігати їх відкрито і безпечно. Наприклад, на базі технології blockchain можна зберігати історію банківських транзакцій клієнтів, результати голосувань, базу контрактів, відбитків пальців або історій хвороб. Таку інформацію, що зберігається одночасно у багатьох місцях, неможливо вкрати, через те, що у будь-якому випадку їх можна буде відновити із оригінальних джерел.

Блокчейн, тобто блок транзакцій - це структура для запису групи так званих транзакцій. Транзакція здійснюється лише тоді, коли вважається підтвердженою. Тобто коли вона записана у блок, що і є її підтвердженням. Це надійно та зручно, коли говориться про проведення платежів або ж передачі конфіденційних даних.

В блок входять заголовок та список транзакцій. Заголовок блоку має в собі свій власний хеш, хеш попереднього блоку, хеші транзакцій та іншу додаткову службову інформацію. Першою, що вказується в транзакційному блоці це отримання комісії, яка стане як нагорода, тому користувачеві, який власне і створить даний блок. Для проведення транзакцій в блоці використовують деревоподібне хешування. Так як результат функції SHA-256 (хешування) непередбачуваний, немає алгоритму отримання бажаного результату, окрім випадкового перебору. Після того як співпали варіанти, вузол розсилає отриманий блок всім іншим підключеним вузлам, які перевіряють блок. При наявності, що блок помилок не містить, тоді він вважається доданим в ланцюжок і наступний блок повинен включити в себе вже його хеш. А тоді все починається спочатку.

Таким чином стає зрозуміло, що технологія Blockchain є революційною та може бути використана в різних сферах людської діяльності.

В рамках даної роботи створено програмний комплекс, що дозволяє продемонструвати принципи роботи технології Blockchain. Реалізовано за допомогою високорівневої мови програмування Python із додатковими бібліотеками Flask та Request. Також використовується HTTP-клієнт.

## Дослідження впливу методу бінаризації зображення на його фрактальну розмірність

Журба А.О., Леванович О.І., Національна металургійна академія України, Україна

Істотним елементом при фрактальному аналізі функціональних покриттів є фрактальна розмірність, яка являє собою важливу кількісну характеристику. Як правило, зображення покриттів представлені як кольорові або півтонові, а більшість алгоритмів визначення фрактальної розмірності призначені для бінарних зображень. Тому важливим етапом при фрактальному аналізі є бінаризація, яка являє собою операцію порогового розділення і результатом якої є бінарне зображення.

Метою операції бінаризації є радикальне зменшення кількості інформації, що міститься у зображенні. У процесі бінаризації початкове півтонове зображення, що має кілька рівнів яскравості, перетворюється у чорно-біле зображення, піксели якого мають лише два значення - «0» і «1».

При бінаризації зображення повинно бути визначено, чи спостерігається в пікселі зображення корисний сигнал або фон за допомогою операції порогового розділення, яка полягає в зіставленні значення яскравості кожного пікселя зображення із заданим значенням порогу. Далі пікселю привласнюється значення «0» або «1».

У результаті порогової бінаризації зображення розбивається на дві області, одна з яких містить всі піксели зі значеннями нижче деякого порогу, а інша містить всі піксели зі значеннями вище цього порогу. При цьому велике значення грає визначення порогу бінаризації.

Одним з популярних методів обчислення фрактальної розмірності бінарних зображень є метод класичного BOX COUNTING, оскільки він може бути застосований до зображень будь-якої структури та дозволяє визначити фрактальну розмірність не строго самоподібних об'єктів. Для оцінки box-розмірності, евклідов простір, що містить зображення об'єкта, розділяють сіткою з коміркою розміру  $r$  та підраховують непусті, зайняті об'єктом, що досліджується, квадрати  $N(r)$ . Далі розмір  $r$  зменшують і знову підраховують кількість непустих полів  $N(r)$ . Нахил графіку у логарифмічному масштабі  $N(r)$  від  $r$  відповідає величині розмірності.

При обчисленні фрактальної розмірності методом BOX COUNTING спостерігається залежність значень фрактальної розмірності від порогу бінаризації. Чим більше чорних пікселів було отримано в результаті бінаризації, тим більшим буде значення фрактальної розмірності. Тобто, одне й те саме зображення при різних порогах бінаризації буде мати різну фрактальну розмірність.

Виходячи з цього, стає питання обрання такого порогу бінаризації, при якому значення фрактальної розмірності буде адекватним. Для цього необхідно побудувати гістограми яскравостей для всього зображення в цілому та для кожного з каналів моделі RGB. Отримані гістограми, як правило, бімодальні, тобто містять два піки: один в тінях (йому відповідає об'єкт), а інший у світлих областях (фон).

Для якісного обчислення фрактальної розмірності бінаризованого зображення для кожного каналу кольору необхідно визначити поріг бінаризації і обчислити фрактальну розмірність в цьому порозі.

Таким чином, розглянуто різні підходи до бінаризації, які умовно можна розділити на дві групи: порогові та адаптивні. Порогові методи бінаризації працюють з усім зображенням, знаходячи якусь характеристику (пори́г), що дозволяє розділити всі зображення на чорне і біле. Адаптивні методи працюють з ділянками зображень і використовуються при неоднорідному освітленні об'єктів. Кожен метод бінаризації зображення використовується для різних типів зображення та для вирішення різних завдань, а також впливає на значення фрактальної розмірності зображення.

## Способы представления онтологий железнодорожного транспорта

Жучий Л. И., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
им. акад. В. Лазаряна, Украина

**Introduction.** Согласно с определением Грубера, онтология – это однозначная спецификация концептуализации. В этой работе будут рассмотрены некоторые способы представления железнодорожных онтологий (IT2Rail, RailTopoModel, ST4RT, RAISO, RDO, Ontologica, RailCNL, RaCoOn). Классификация способов представления принята согласно (Lenzerini M., Milano D., Poggi A. *Ontology representation & reasoning //Universit di Roma La Sapienza, Roma, Italy, Tech. Rep. NoE InterOp (IST-508011)*).

**Methods.** В работе выполнен анализ работ вплоть до 2018 года публикации, найденных с помощью поисковой системы Google Scholar. Работа написана в стиле IMRAD (introduction, methods, results and discussion).

**Results.** Несмотря на то, что у онтологий и концептуальных моделей есть некоторые отличия, один из способов представления онтологий, которые выделяют Lenzerini и др., это как раз концептуальная модель. Пример такой модели – RailTopoModel, разработанной при поддержке Международного союза железных дорог. Её основные элементы это четыре пакета концептов – топология, привязка, система позиционирования и элементы сети. В документации этой модели можно найти такие элементы как «сеть», «элемент сети», «координаты», «отношение» и другие. Lenzerini и др. в своей классификации также приводят способ, основанный на графах, что также относится к RailTopoModel, так как топология RailTopoModel определяется посредством графа (connexity graph).

Другой способ представления — это языки программирования, основанные на логике. Пример такой онтологии – онтология IT2Rail (в последствии онтология ST4RT стала дополнением к IT2Rail). IT2Rail это одна из инновационных программ Евросоюза Shift2Rail. Предметная область описана с помощью языка OWL (Web Ontology Language). В документации по IT2Rail Domain Ontology можно найти такие концепты как «транспортная линия», «место остановки», «роль пользователя» и другие.

Онтологии RAISO (RAilway Infrastructures and Signaling Ontology), RDO (Railway Domain Ontology) и Ontologica тоже описаны с помощью OWL. Так как онтология RAISO была основана на основе онтологии OTN (Open Transport Networks), в RAISO используются как концепты RAISO, так и концепты OTN. Примеры концептов RAISO – «стрелочный перевод», «блок-участок», «сигнал» и другие; OTN – «железнодорожная станция», «железная дорога», «железнодорожный элемент» и другие. RDO также разработана при поддержке Евросоюза и содержит такие концепты как «железнодорожная система», «железнодорожный подвижной состав», «инфраструктура» и другие. Ontologica лишь частично использует возможности OWL. Применяется иерархическая структура языка, которая является слабой стороной баз данных и описываются такие концепты как «линия», «станция», «правила обслуживания» и другие.

Еще один из способов основан на XML. Онтология это один из модулей контролируемого естественный языка, RailCNL (controlled natural language). Концепты онтологии основаны на RailML. RailML (Railway Markup Language) основан на XML и создан при поддержке Международного союза железных дорог. Еще одна онтология основанная на RailML это онтология RaCoOn (Railway Core Ontology), которая содержит такие понятия как «пространственный элемент», «не пространственный элемент», «время» и другие.

**Discussion.** Актуальность работы состоит в том, что работа стремится покрыть дефицит русскоязычных работ на тему железнодорожных онтологий, а также в актуальности онтологий для железнодорожных информационных систем как Украины, так и всего мира. Научная новизна работы состоит в анализе и систематизации ранее разобщенных источников.



## Дослідження часової ефективності гібридизації алгоритмів біонічного походження

Завгородній А.Д., Шинкаренко В.І, Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. А. Лазаряна, Україна

Біонічна креативна інженерія чи біоніка – це застосування систем та методів, запозичених у природи для розробок інженерних систем та інноваційних технологій. Завдяки біоніці розроблена велика кількість технологій, які активно використовуються людством. Наприклад, радары, гідролокаторы та ультразвукові зображення імітують ехолокацію тварин, зокрема кажанів; відштовхувальні покриття розроблені завдяки проведенню спостережень за індійським лотосом, який майже не змочується водою.

У сфері комп'ютерних наук завдяки біоніці з'явилися штучні нейрони, колективний інтелект та еволюційне моделювання.

Усі ці факти свідчать що дослідження в даному напрямку є перспективним. Зокрема алгоритми колективного інтелекту та еволюційного моделювання є цікавим об'єктом для досліджень, через те, що застосовуються в у різних сферах: робототехніка, медицина (дослідження в області боротьби із раком), контроль безпілотних машин, а також для вирішення складних інженерних задач.

Серед найвідоміших алгоритмів виділяють наступні: мурашиний, генетичний, бджолиний, інтелектуальних крапель води, гравітаційного пошуку, зозулі, метод рою часток, штучна імунна система.

Зазвичай, для вирішення певних задач, дані алгоритми доводиться змінювати в тій чи іншій мірі. Популярним видом даних змін можна назвати гібридизації та модифікації як більшої частини алгоритму так і його окремих операторів чи певного етапу роботи.

Кожного року з'являються все нові та нові покращення даних алгоритмів для вирішення даних питань.

Так, наприклад у 2017 році було запропоновано новий метод зміни бджолиного алгоритму – «Групований бджолиний алгоритм», який на відміну від звичайного використовує концепцію групування часток (бджіл) для проведення більш структурованого пошуку.

Є також роботи, в яких, для вирішення задач оптимізації багатоекстремальних функцій створювали гібрид, який використовував генетичний алгоритм та інші функції пошуку оптимумів: Хука-Дживса, Девідона-Флетчера-Пауела. Дослідження у даних роботах показали, що загалом змінені алгоритми мають кращі показники часової ефективності, проте так буває не завжди. Зазвичай на ефективність алгоритмів впливає багато факторів – це і вид задачі, яка вирішується, та її параметри.

Оскільки дослідження в цьому напрямку проводяться і досі, було вирішено продовжити цю тенденцію. Для проведення експериментів було обрано генетичний алгоритм, який вирішує задачі оптимізації багатоекстремальних функцій. Окрему роль було спрямовано на вирішення такої проблеми, як неможливість знайти глобальний оптимум за рахунок відсутності різноманітності генів.

Було запропоновано застосування алгоритмів кластеризації особин на етапі селекції для того аби підвищити різноманітність популяції. Для проведення експериментів було створено програмний додаток. В результаті експериментів було встановлено, що розроблений вид селекції із застосуванням кластеризації виконується довше ніж із застосуванням класичних операторів селекції, проте значення функції пристосованості в даному випадку буде з більшою точністю. Оптимальним варіантом використанням кластеризації в генетичному алгоритмі є поперемінне застосування класичних операторів селекції і селекції з кластеризацією.

## **Програмний комплекс для аналізу та прогнозування характеристик нерегулярних часових послідовностей**

Olexiy Zakharov, Unity Technologies, Copenhagen, Denmark

Скалозуб В.В., Галабут О.О., Мурашоов О.В. Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Різноманітні технологічні, виробничі, інформаційні, лікувальні та інші процеси у складних системах можуть мати значний ступінь невизначеності деяких параметрів і характеристик. При цьому для них на практиці можливо отримання лише нерегулярні у часі послідовності даних, через різні за величинами інтервали. Для аналізу таких процесів є лише нерівномірні у часі послідовності даних, які характеризують зміни різноманітних показників систем. Великі труднощі та значна вартість оперативних та достовірних даних про оцінки параметрів програмних систем на практиці застосовують підходи і моделі нечіткого моделювання та аналізу нечітких рядів (НЧР). У якості прикладів такого типу об'єктів у доповіді розглянуто такі завдання. Контроль показників якості версій деякого програмного забезпечення широкого застосування, а також оцінка ефективності програмних комплексів із розробки ігрових платформ. Для таких об'єктів встановити певні детерміновані послідовності отримання та значень контрольованих параметрів не представляється можливим. Інший приклад процесів категорії НЧР – експлуатація та обслуговування парків електричних двигунів стрілочних переводів (ЕД), коли на основі даних про попередні нерівномірні обслуговування множин ЕД визначається раціональна черговість обслуговування груп ЕД на основі оцінок параметрів поточного і прогнозованого стану.

Нерівномірність інтервалів контролю ускладнює і часто навіть унеможлиблює моделювання та аналіз таких процесів загально прийнятими методами. Головними завданнями, які вирішуються за такими послідовностями (нерівномірні та нечіткі за часом часові ряди спостережень) являються: прогнозування максимального (нечіткого) періоду до подій, які відповідають встановленим вимогам, а також визначення певних закономірностей зв'язків між заданими величинами.

У доповіді представлено програмний комплекс для аналізу та дослідження властивостей НЧР, створений на основі нової категорії нечітких моделей. Для моделювання використані спеціальні сепарабельні форми обліку часових інтервалів між рівнями часового ряду (ЧР). При сепарабельній формі моделі ЧР нерівномірні (або нечіткі) інтервали виділяються у окрему складову моделі НЧР. Вони є однією окремою складовою вектору характеристик процесів. Ця складова моделюється окремо, коли враховуються лише послідовності величин часових інтервалів. На результати моделювання таких інтервалів «накладаються» результати моделювання інших характеристик у відповідності до порядку (номера) їх розміщення у початкових НЧР. Тобто при моделюванні окремо для кожної властивості застосовуються процедури обробки з рівномірним кроком (моделі FTS, Fuzzy Time Series першого і другого порядку). Остаточна модель НЧР являє собою сформовані для кожної із властивостей оцінки параметрів, які зв'язуються з оцінками за моделлю часового інтервалу. Такий комплекс параметрів визначає у моделі НЧР як значення нового моменту виникнення чергової події спостережуваного процесу, так і характеристики процесу.

У доповіді приведено структуру, математичні моделі та алгоритми програмного комплексу для формування сепарабельної форми моделі НЧР, а також приклади чисельної реалізації нерегулярних і нечітких моделей процесів НЧР, отримані засобами створеного програмного забезпечення.

Головними функціями програмного комплексу являються наступні: завантаження НЧР з Excel; побудова математичної моделі на основі розробленого алгоритму; побудова сепарабельної моделі; відображення НЧР на графіку; розмноження НЧР методом бутстреп; побудова варіантів НЧР на основі декількох рівнів ЧР; збереження результатів в Excel.

## **Забезпечення ефективного функціонування корпоративної мережі**

Івченко Ю.М., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. А. Лазаряна, Україна

Івченко В.Г., ВП «Дніпровське відділення» філії ГІОЦ, Дніпро, Україна

Завжди актуальною є потреба в підвищенні ефективності використання ресурсів існуючих серверних систем, спрощення обслуговування і резервного копіювання даних, прискорення розгортання. Надзвичайно важливим для підвищення надійності функціонування інформаційних систем є використання технологій високої доступності і відмово стійкості, таких як технології віртуалізації. Вони дозволяють об'єднати декілька сервісів на одній апаратній платформі, забезпечити окреме оточення для кожного з них, надати єдиний інтерфейс управління і, таким чином, більш ефективно використовувати наявні апаратні засоби.

Технології віртуалізації успішно використовуються в «Дніпровському відділенні» філії «Головний інформаційно-обчислювальний центр» Укрзалізниці, що дозволило покращити ефективність використання апаратних засобів серверів, прискорити розгортання нових інформаційних служб, підвищити надійність та керованість інформаційних систем.

Для функціонування інформаційних систем важливо, щоб все технічне обладнання та канали зв'язку забезпечували цілодобову роботу абонентів у мережі, якість якої залежить від підтримки її працездатності.

Стан мережевого обладнання, каналів зв'язку потребує постійної уваги. Для їх зручного, оперативного моніторингу необхідно застосовувати програмні засоби, які забезпечують збір даних з безперервних потоків мережевого трафіку і перетворення їх у прості для інтерпретації таблиці та графіки з точним визначенням як, ким і з якою метою використовується корпоративна мережа. Маючи достовірну інформацію про якість каналів зв'язку, обслуговуючий персонал має можливість оперативно реагувати на збої в роботі мережі, швидко виявляти та усувати їх причини.

Для реалізації контролю стану мережі передачі даних в «Дніпровському відділенні» філії «ГІОЦ» тривалий час успішно використовується програмний комплекс із двох продуктів: Orion Network Performance Monitor та Orion NetFlow Traffic Analyzer, який повністю забезпечує моніторинг активного мережевого обладнання, стану каналів зв'язку, збір статичної інформації про них. Ця система має вбудовані засоби автоматичного пошуку та ідентифікації мережевих пристроїв, візуальний моніторинг відразу декількох тисяч вузлів мережі і мережевих інтерфейсів. Використання програмних продуктів SolarWinds Orion забезпечує також збір та аналіз даних щодо активності користувачів та інформаційних сервісів у мережі.

Завжди існує загроза несанкціонованого втручання в роботу корпоративних мереж передачі даних, нової хвилі кібератак, які можуть нанести шкоду інтересам корпорації.

На основі аналізу стану єдиної мережі передачі даних (ЄМПД) залізниць України щодо інформаційної безпеки була організована система захисту периметру, що має забезпечувати ефективну протидію зовнішнім загрозам, контроль та виявлення загроз при інформаційному обміні між сегментами мережі, запобігання використанню каналів доступу до мережі Інтернет та інформаційних ресурсів корпорації для здійснення кібератак та інших зловмисних дій.

Проведена модернізація вузлів ЄМПД та Інтернет-вузлів у всіх відділеннях та у самій філії «ГІОЦ» дала можливість підняти захищеність мережі на новий рівень, що створює сприятливі умови для безпечного та безперебійного функціонування інформаційних систем залізничного транспорту, цілодобового безперервного санкціонованого доступу користувачів до інформаційних ресурсів.

## **Представление и развитие предметных конструктивных моделей**

Ильман В.М., Андрищенко В.А., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина

Развитие знаний и новых технологий в естественных науках и инженерной деятельности приводит к созданию новых конструкций материального и информационного плана. При этом любое конструирование как объекта или системы, так и процесса, сопряжено с определенной целью его построения, задачей и моделью ее решения и используемым инструментарием. Важной частью в конструктивном подходе является процесс погружения модели в предметную область, установление общепринятой языковой терминологии, структуризации. Элементы предметной области используются для формирования ее системы составляющих, межэлементных связей, при формировании конструктивных предметов процессов и операторов действий. Под элементом предметной области понимается неделимый на определенном уровне абстрагирования объект. Неделимость элемента – это понятие, но не физическое свойство предметной области, и исполнитель имеет право при необходимости перейти на другой уровень абстрагирования приемом композиции или декомпозиции. Причем структуризация допускает отображения связи между связями элементов, в результате которых образуются сложные конструкции экземпляров предмета, операторов алгоритмов, критериев, признаков, управлений и пр.

Задача конструирования предполагает создание исполнителями на элементах предметной области и совокупностях действий, выполняемых по определенным правилам, необходимых предметных объектов и объектов действий. Для решения этой задачи в докладе предлагается универсальная предметная конструктивная модель (ПКМ), и дается обоснование ее применения к любой предметной области, устанавливаются особенности конструирования предметов предметной области, закономерности и свойства модели ПКМ.

Конструирование связано с носителями предмета и действий над ними, системой исчисления и исполнителями, реализующими процесс конструирования, и имеет ряд особенностей:

- конструирование всегда начинается из некоторого начального состояния, которое связано с совокупностью начальных категорий и, предпосылок;
- начальные категории задают вход в инструментарий конструирования;
- допустимо конструирование предмета и действий выполнения операторами и отношениями рекурсивно;
- в процессе конструирования должны быть задействованы исполнители действий;
- конструирование, в зависимости от состояния предметной области, выполняется по выбранной формальной модели исчислений: действий, соглашений, инструкций, указаний, правил;
- процесс конструирования может быть конечным или бесконечным, в случае его конечности формируется состояние выхода (предмет порожден), в противном случае предметы принимаются за класс свободных конструкций;
- состояния при конструировании задаются и устанавливаются определенными исполнителями или моделями исчислений.

Приведенные особенности задачи конструирования моделью ПКМ являются общими и могут дополняться или сокращаться в зависимости от цели и специфики структуризации предметной области. Для решения общей задачи конструирования в работе используется предметная конструктивная модель, в которой указывается, как следует учитывать особенности строения предметов предметной области и исследуются особенности представления ПКМ, ее поведение и свойства.

## Конструктивне моделювання геометричних об'єктів

Ільман В.М., Іванов О.П., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. Лазаряна В.А.

Як відомо, у прикладних областях досліджень розглядаються різноманітні прямі і обернені задачі, другі з яких, у багатьох випадках, є набагато складнішим ніж перші. Можна припустити, що ця тенденція зостається і для задач предметного конструктивного системного моделювання (СКМ), котре розвивається на кафедрі «Комп'ютерні інформаційні технології» понад десяти років. Аналіз розв'язків прямої і оберненої задач дозволяє глибше розібратися у процесі конструювання, його складових, зв'язках між ними, схемами функціонування тощо. Однак, зауважимо, що модель СКМ і її різновиди ще не застосовувалася для розв'язання обернених задач.

Процес вирішення оберненої задачі суттєво залежить від середовища представлення моделі і характеристичних можливостей її реалізації відповідними компонентами і механізмами. Такі можливості надає модель СКМ, яка містить носії операндів та операторів дій, їх схеми, за якими виконуються ці дії і систему виконавців цього та їх функціональних зв'язків між ними. Отже, в нашою випадку, обернена задача полягає у побудові оберненого конструктивного процесу у моделі СКМ. Тому виникає необхідність комплексно розглянути пряму і обернену задачі в одній системній моделі.

У матеріалах доповіді, які пропонується до розгляду наведено пряму і обернену геометричну задачу для конструювання «у великому», яка є оберненою до прямої задвчі «конструювання у малому».

Вирішення такої комплексної задачі (прямої і оберненої) виконано у одній систокменій слоїстій моделі СКМ. Для такої моделі у цьому випадку повинно мати місце:

- предметний базисний носій повинен бути розподілений по слоям моделі;
- кількість слоїв моделі визначається до конструювання або підчас породження предметів відповідних множин;
- для кожного слоя визначаються множини системних носіїв дій, відповідні схеми та функціональні зв'язки;
- припустимий рекурсивемй перехід між слоями моделі;
- завершення процесу може бути на будь'якому слої моделі;
- за результатами конструювання формується вихід зі слоя або із моделі в цілому;
- виконується анліз отриманих результатів.

Наведемо джякі результати геометричного конструювання:

- базовий предметний носій є спільеим для всіх слоїв геометричної системної конструктивної моделі;
- базовмй предметний носій утаорюють точка і пряма лінія у відповідному просторі;
- формується слой для побудови множини Кантора;
- створюється слой для конструювання трикутних геометричних об'єктів, до слою включено схеми закраски замкненого та видалення відкритого трикутників;
- розглянуто вирішення прямої задачі фрактального конструювання геометричних трикутних сімейств;
- досліджено вплив параметрів трикутного сімейства на показник фрактальності;
- розроблено слой вирішення задачі «у великому» для трикутних областей;
- показано, що конструювання «у великому» може породжувати різноманітні слоїсті об'єкти однакового або змінного розміру;
- побудоавно, на базовій основі – точка і пряма лінія, слої для конструювання чотирикутних геометричних об'єктів та розглянуто вирішення прямої і оберненої задач для сімейств чотирикутників.

## Системна конструктивна модель

Ільман В.М., Іванов О.П., Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. Лазаряна В.А.

Науково - технічний прогрес у значній мірі пов'язаний з дослідженнями конструювання та практичним застосуванням штучних процесів в різноманітних галузях розвитку фізичної природи, архітектурою будови, функціональним призначенням, конкретною реалізацією і інше. В залежності від мети, яка стоїть перед дослідниками, погляд на предметну область може бути різноманітний, тому цільова задача має свої вирішення. Так задача конструювання передбачає вивчення предметної області (термінальної мови, фізичної або іншої природи), складових частин області (елементів, об'єктів, характеристик), зв'язків між частинами області (фізичних, причино – наслідних, логічних та інших), формування конструктивної моделі. Тому задача конструювання потребує системного підходу при формуванні моделі.

Запропонована співробітниками кафедри КІТ [Ільман В.М., Шинкаренко В.І., Скалозуб В.В. 2004 – 2019 рр.] конструктивна модель вважається універсальною по відношенню до будьякої предметної області; системною за формою представлення і функціонуванням; автономною конструктивною моделлю (СКМ). Тому запропоновано формально представляти модель СКМ упорядкованою п'ятіркою, котра включає множини – носії предметних об'єктів та дій, схеми представлення і виконання носіїв та виконавців системи і функціональних зв'язків. Загальним чином, формування об'єктів виконується на окремих системних слоях моделі, спочатку виконується на базисних носіях моделі, тим самим формуючи категорії нульового рівня. В подальшому показано, що формування слів у СКМ відбуваються за допомогою розширення можливостей дій над об'єктами попередніх слів. Розглянуто конкретні дії, на яких конструюються складні слоїсті об'єкти.

Формування фрагментів слоїстих моделей має ряд особливостей, які необхідно враховувати при створенні конструктивних моделей:

- принцип конструювання повинен мати можливість налаштування на певну предметну область;
- конструювання завжди починається з деякого початку;
- початок визначає вхід конструктивної системної моделі;
- конструювання предмету виконується певною послідовністю дій певного слоя системи і може мати певну природу;
- допустимо конструювання предметів рекурсивними процедурами, причому процес може бути послідовним, паралельним або іншим;
- допускається розвиток конструювання за допомогою розширення слоїстості та можливостей виконання відповідних схем дій та іншого;
- в процесі конструювання повинні бути задіяні всі або частково потрібні схеми системної моделі;
- процес конструювання може бути скінченим або нескінченим, у скінченному випадку маємо, за схемою виконання, побудований предмет, який зберігається у системі або направляється виконавцем на вхід, в протилежному випадку, результат конструювання приймається за об'єкт вільної конструктивної мови;

Отож штучне створення системи СКМ досить складний процес, який не гарантує повноту побудови моделі. виправити цю ситуацію допомагає розробка слоїстої моделі, яка має можливість розвиватися під час конструювання будьяких предметів різної природи і форми існування. В наступних наших повідомленнях буде наведено приклади формування багатослойних конструктивних моделей і слоїстих об'єктів.

## **Об'єктно-орієнтована методологія розроблення інформаційної системи для діагностики автоматизованих річтраків**

Кириичук Д. Л., Херсонський національний технічний університет, Україна

В роботі запропоновано об'єктно-орієнтовану методологію розроблення інформаційної системи для діагностики автоматизованих річтраків - штабелерів з висувною щоглою, призначених для обслуговування висотних стележних систем.

Для проектування інформаційної системи було обрано CASE-засіб Enterprise Architect, перевагами застосування якого є підтримка нотації UML 2.0, підтримка мов програмування C++ та Java, доступність для завантаження UML-профілів, що дозволяють створювати вузькоспеціалізовані моделі інформаційної системи, підтримка шаблонів проектування, генерація документації у форматах HTML і RTF, можливість автоматизації інтерфейсу та підтримка макросів.

Для розроблення діаграм класів, кооперації, діяльності, компонентів та розгортання було використано методологію об'єктно-орієнтованого аналізу і проектування та мову UML, що дозволило автоматизувати процес розроблення інформаційної системи діагностики автоматизованих річтраків.

Діаграма класів є основним логічним поданням моделі і містить детальну інформацію про архітектуру об'єктно-орієнтованої програмної системи.

Архітектура інформаційної системи представлена такими класами: Клас «Аналіз даних», Клас «Устаткування», Клас «Пристрій», Клас «Перелік устаткування» та Клас «Звіт».

Клас «Аналіз даних» виконує аналіз даних, підготовку даних для побудови графіка та розрахунок оцінки стану обладнання. Виводить користувачу оцінку стану обладнання, а також у вигляді графіка відображає середньоквадратичне відхилення графіка роботи обладнання.

Клас «Устаткування» є таблицею бази даних. Містить перелік ідентифікаторів обладнання та дані його місцезнаходження.

Клас «Пристрій» є таблицею бази даних. Містить перелік датчиків діагностування обладнання та показників його роботи.

Клас «Звіт» є таблицею бази даних. Містить дату та результати діагностування обладнання.

Клас «Перелік» також є таблицею бази даних. Містить дані про кількість здійснених вимірювань під час діагностування обладнання.

Діаграма послідовності дій відображає взаємодію з користувачем: здійснення запиту на перевірку зв'язку з обладнанням; передачу даних, що свідчить про наявність зв'язку і здійснює передачу даних до програми; запис отриманих даних в таблицю пристрою; задання кількості вироблених вимірів датчиком; вибірку даних для проведення аналізу; проведення математичного аналізу над даними; запис результатів діагностування обладнання; відображення користувачу результатів діагностики.

Діаграма діяльності дозволяє моделювати послідовності дій, реалізованих методами класів. Вона відображається у вигляді орієнтованого графу, вершинами якого є дії, а ребра – переходи між діями. Кожний стан на діаграмі діяльності відповідає виконанню деякої елементарної операції, а перехід в наступний стан виконується тільки після завершення цієї операції.

Діаграма компонент відображає залежності між компонентами програмного забезпечення, включаючи компоненти вихідних кодів, бінарні компоненти, та компоненти, що можуть виконуватись.

Розроблена інформаційна система дозволить здійснювати діагностику автоматизованих річтраків та своєчасно виявляти ряд недоліків в їх роботі.

## **Выбор модели системы обслуживания подвижного состава метрополитена**

Лагута В.В., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина

Козик Ю.Г., ТзОВ «Прикладные железнодорожные технологии», Германия

При моделировании надежности систем существует общее предположение, что отказы компонентов подвижного состава идентичны и независимо распределены. Такое предположение не всегда верно и результаты моделирования получаются неадекватными. Изучались модели системы содержания для компонентов подвижного состава метрополитена (далее «подвижной состав»). Большинство работ по техническому обслуживанию в компаниях подвижного состава направлены на профилактическое обслуживание, которое часто приводит к неточному выбору профилактических мероприятий по техническому обслуживанию, частым простоям и частым возвратам к повторению ремонта. При таком сценарии предприятия подвижного состава должны иметь возможность эффективно управлять этими стратегиями путем создания эффективных графиков для твердого следования выполнения выбранной стратегии технического обслуживания.

Задача планирования технического обслуживания может быть сформулирована как задача оптимизации системы содержания. Цель состоит в том, чтобы найти оптимальный баланс между затратами на техническое обслуживание и целями обслуживания с учетом всех возможных ограничений. Цель может состоять в том, чтобы найти решение, которое минимизирует или максимизирует стоимость обслуживания системы, показатели надежности системы или какой-либо другой показатель эффективности. Это также может быть сочетание двух критериев для минимизации затрат на техническое обслуживание и максимальной надежности одновременно. Модели оптимизации обслуживания состоят из математических моделей, которые направлены на получение оптимального баланса между затратами на обслуживание и выгодами от обслуживания или наиболее подходящим временем для выполнения обслуживания. При попытке достижения оптимального графика технического обслуживания учитываются несколько факторов. К этим факторам относятся: безопасность, здоровье, окружающая среда, стоимость обслуживания, стоимость отказов, альтернативные затраты и стоимость замены.

Модели оптимизации технического обслуживания могут быть качественными или количественными. Важно отметить, что оптимизация обслуживания - это всего лишь инструмент для улучшения всего процесса обслуживания. Для достижения эффективной производительности в процессе обслуживания модель оптимизации, политики обслуживания, затраты на обслуживание и надежность системы должны обязательно учитываться.

Технические системы могут быть восстанавливаемыми или невосстанавливаемыми. В невосстанавливаемых системах надежность компонент должна быть высокой и моделирование таких систем выполняется с использованием статистических распределений (например, распределения Вейбулла). Надежность восстанавливаемых систем обычно не должна быть такой же высокой, как у невосстанавливаемых. Надежность восстанавливаемых систем моделируется с использованием стохастического точечного процесса.

Для моделирования восстанавливаемой системы могут быть применены следующие стохастические процессы: процесс обновления (RP), однородный процесс Пуассона (HPP), ветвящийся процесс Пуассона (BPP), наложенный процесс обновления (SRP) и неоднородный пуассоновский процесс (NHPP).

Для восстанавливаемой системы в процессе моделирования предполагается, что отказы всегда статистически независимы и имеют одинаковое распределение, хотя это не всегда так. Когда происходит отказ компонента в ремонтируемой системе, остальные компоненты имеют текущее состояние. Поэтому следующий отказ компоненты зависит от



его текущего состояния. Таким образом, события отказа на системном уровне являются зависимыми. Это свойство является важной характеристикой ремонтпригодной системы. Если время между последовательными отказами увеличивается, то надежность системы улучшается. Если время между последовательными отказами уменьшается - надежность систем снижается.

Сбор правильной информации для повышения надежности является важным аспектом анализа надежности. Однако этот процесс сталкивается с различными проблемами и ограничениями. Одной из распространенных проблем в анализе надежности является отсутствие адекватных данных для проведения надлежащего статистического анализа. Объем доступных данных ограничивает возможности статистических методологий, используемых для анализа. Считается, что эта проблема никогда не исчезнет, учитывая, что целью технического обслуживания является уменьшение количества отказов. Другая практика во время сбора данных - цензура данных. Под цензурой данных понимается остановка сбора данных, когда компонент не вышел из строя, а точное время отказа неизвестно.

Для выбора подходящей модели необходимо выполнить:

1. Определить компоненты для моделирования и идентифицировать аналогичные системы с компонентами.

2. Выбрать данные об отказах моделируемых компонентов из базы данных обслуживания. Время до каждого отказа записывается за период наблюдения; эти времена расположены в хронологическом порядке.

3. Проверить данные для тренда. Любой из рассмотренных трендовых тестов может быть применен для тестирования процесса восстановления. Если в данных не обнаружено никакой тенденции, это означает, что данные независимы и распределены одинаково. Если в наборе данных обнаруживается тренд, предполагается, что данные не являются независимыми и идентичны распределенным, и, следовательно, следует применять NHPP. Если результаты тренда приводят к RP, это означает, что данные независимы и идентично распределены генерируемым процессом восстановления. Поэтому данные должны быть смоделированы путем подбора подходящего статистического распределения Вейбулла.

4. Оценить параметры, используемые для анализа подвижного состава.

В исследовании рассмотрен процесс выбора подходящей модели для построения рациональной системы обслуживания подвижного состава. В предположении, что подвижной состав представляет собой многокомпонентную систему и каждый компонент должен анализироваться на предмет характеристик надежности, установлено, что следует отдавать предпочтение модели NHPP по сравнению с обычно используемым распределением Вейбулла для восстанавливаемых систем.

## **Модели и методы разработки баз знаний для предметно-ориентированных интеллектуальных систем управления процессами ликвидации стихийных бедствий**

Ляшенко Е. Н., Прачик В. В., Херсонский национальный технический университет, Украина

В последние десятилетия в Украине наметилась устойчивая тенденция роста числа стихийных бедствий (СБ). Возросло количество природных и техногенных катастроф, которые по интенсивности развития, масштабу распространения и продолжительности оказывают негативное влияние на все сферы жизнедеятельности населения страны, объекты экономики и окружающую природную среду.

В условиях возникновения СБ требуется максимально быстро принимать решения на этапах подготовки и проведения комплекса аварийно-спасательных и восстановительных работ, а также осуществления анализа их эффективности, что достаточно затруднено в случае отсутствия предметно-ориентированных интеллектуальных систем управления, ядром которых являются базы знаний (БЗ).

Предназначение БЗ заключается в хранении, обработке и отображении знаний о предметной области, включая:

- 1) упорядоченные факты и данные, отражающие модель предметной области (предметно-ориентированные данные);
- 2) модели, правила и алгоритмы, позволяющие рассчитывать определенные показатели функционирования объектов в условиях СБ, строить цепочки логических выводов и на этой основе делать обобщения и заключения, а также вызывать определенные ассоциации (декларативные знания);
- 3) управляющие и интерпретирующие структуры, определяющие порядок и способы применения моделей и правил логического вывода для получения или трансформации информации с целью разработки эффективных оперативных, стратегических и тактических планов действий по предупреждению и ликвидации СБ, адаптируемых к применению в условиях возникновения конкретных СБ независимо от сценариев их развития (процедурные знания).

Таким образом, научно-прикладной проблемой исследования является разработка БЗ для интеллектуальных систем управления в условиях динамически развивающихся природных и техногенных катастроф, которые обеспечат повышение обоснованности, оперативности и эффективности принимаемых решений при выполнении основных задач управления процессами ликвидации последствий СБ.

В качестве базового логического формализма для представления знаний предложено использовать дескрипционные логики ALC. Интенциональные знания в модели представлены в виде набора терминологических аксиом, фиксирующих взаимосвязи основных понятий предметной области, а экстенциональные - в виде утверждений (фактов) об индивидуальных объектах, их свойствах и связях с другими объектами.

Доказано, что сформулированная система терминологических аксиом позволяет осуществлять вывод новых (неявных) знаний из знаний, заданных явно в терминологии.

Разработана база знаний предметной области, содержащая знания, собранные экспертами и записанные в виде аксиом и фактов при помощи конструкций дескрипционной логики ALC.

Использование логического формализма дескрипционных логик позволило наиболее эффективным образом описать исследуемую предметную область, характеризующуюся динамически изменяющейся структурой с целью выработки эффективных управленческих решений в условиях возникновения и ликвидации последствий СБ.

## **Предельный угол наклона ленточного конвейера с глубокой желобчатой и трубчатой лентой**

Кирия Р.В., Жигула Т.И., Смирнов А.Н., Мостовой Б.И., Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины

Вопросами определения предельного угла наклона ленточного конвейера с глубокой желобчатостью занимались многие исследователи. Однако в настоящее время не существует единого мнения относительно основных факторов, влияющих на предельный угол наклона конвейера с глубокой желобчатой лентой. Кроме того исследования по определению предельного угла наклона трубчатого конвейера в литературных источниках отсутствуют.

Многие исследователи считают, что предельный угол наклона ленточного конвейера глубокой желобчатости зависит от скорости и натяжения ленты, механических свойств ленты, а также свойств сыпучего груза.

В работе для ленточного конвейера с глубокой желобчатой и трубчатой лентой на основании теории предельного состояния сыпучего груза, а также опытных данных, разработаны математические модели равновесия сыпучего груза для крутонаклонного конвейера с глубокой желобчатой и трубчатой лентой. На основе этих моделей получены аналитические зависимости предельного угла наклона ленточного конвейера с глубокой желобчатой и трубчатой лентой от параметров роликкоопор и свойств сыпучего груза.

В результате установлено, что предельный угол наклона конвейера с лентой глубокой желобчатости зависит от угла наклона бортов лотка ленты, ширины дна лотка ленты, уровня груза в лотке ленты, а также свойств сыпучего груза (угла внутреннего трения, угла трения груза о ленту конвейера) и, практически, не зависит от скорости и натяжения ленты конвейера.

При этом с увеличением угла наклона бортов ленты предельный угол наклона конвейера с трехроликовыми опорами увеличивается и при значениях больших минимальных углов наклона бортов лотка ленты, принимает постоянное значение, равное углу внутреннего трения сыпучего груза. При этом чем больше ширина лотка ленты, тем меньше предельный угол наклона конвейера.

В случае ленточного конвейера с трубчатой лентой предельный угол наклона конвейера зависит от угла трения груза о ленту, угла внутреннего трения груза о ленту, степени заполнения ленты грузом и не зависит от радиуса ленты конвейера. При этом с увеличением степени заполнения ленты предельный угол наклона ленточного конвейера увеличивается и при некотором значении степени заполнения ленты принимает постоянное значение, равное углу внутреннего трения груза.

## Розробка методів формування вимог до програмних систем на основі сценаріїв

Ковальов Є.І., Іванов О.П., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

Сучасні проекти все частіше висувають високі вимоги до покриття автоматичними тестами. У наш час писати тести не просто ознака хорошого тону, аббревіатури, як TDD (Test Driven Development) і BDD (Behaviour Driven Development) і багато строго слідують цим підходам в розробці.

Що таке TDD? Розробка через тестування (англ. Test-driven development, TDD) - техніка розробки програмного забезпечення, яка ґрунтується на повторенні дуже коротких циклів розробки: спочатку пишеться тест, що покриває бажану зміну, потім пишеться код, який дозволить пройти тест, і під кінець проводиться рефакторинг нового коду до відповідних стандартів.

Що таке BDD? BDD (сокращенно. Від англ. Поведінка, орієнтована на поведінку, досконало «розробка через пошук») - це методологія розробки програмного забезпечення, що відповідає відповіді методології розробки через тестування (TDD).

Основна ідея даної методології полягає у співпаданні в процесі розробки чисто технічних інтересів та інтересів бізнесу, які підтримують тем, що керують персоналом та програмою розмовляють на одній мові. Для загального користування між тими групами особистого персоналу використовується предметно-орієнтована мова, основоположник якої представляє конструкції з натуральної мови, відомі неспеціалістичні, звичайно вироблені за допомогою програмного продукту та очікувані результати.

Переваги TDD наступні. Оскільки ви пишете невеликі тести за раз, це змушує ваш код бути більш модульним (в іншому випадку їх було б важко протестувати). Розробка на основі тестування допомагає вам вивчити, зрозуміти і засвоїти основні принципи гарної модульної конструкції.

Розробка на основі тестування допомагає також розробити гарну архітектуру. Для того, щоб код був тестованим, він повинен бути модульним. Перш за все, при написанні тестів виникають різні архітектурні проблеми.

Спрощує підтримку коду і рефакторинг. Розробка на основі тестування допомагає забезпечити ясність процесу впровадження і забезпечує безпеку, коли ви хочете реорганізувати код, який ви тільки що написали.

Співпраця спрощує і підвищує ефективність, члени команди можуть з упевненістю редагувати кожен інший код, тому що тести будуть інформувати їх, якщо зміни призводять до того, що код поводить непередбачено.

Оскільки розробка на основі тестування допомагає вам писати модульні тести перед написанням кінцевого коду, рефакторинг коду стає простіше і швидше. Рефакторинг коду, написаний два роки тому, є важким. Якщо цей код підкріплюється набором хороших модульних тестів, цей процес стає набагато простіше.

Допомагає запобігти дефектам - ну, принаймні, це допомагає вам знайти проблеми з дизайном або вимогами на самому початку. Розробка на основі тестування допомагає забезпечити раннє попередження при виникненні проблем у проектуванні (коли їх легше виправити).

Допомагає програмістам дійсно розуміти їх код.

Створює набір автоматичних регресійних тестів, в основному безкоштовно. Тобто вам не потрібно витрачати час після написання модульних тестів для тестування кінцевого коду.

Це допомагає прояснити вимоги, тому що вам потрібно конкретно з'ясувати, які вхідні дані вам потрібно надати, і які результати ви очікуєте.

Модульні тести особливо корисні в якості перевірки системи безпеки, коли код необхідно змінити, щоб або додати нові функції, або виправити існуючу помилку. Так як на технічне обслуговування доводиться від 60 до 90% життєвого циклу програмного забезпечення, важко переоцінити, як час, витрачений на створення пристойного набору модульних тестів, може знову і знову оплачуватися протягом усього життєвого циклу проекту.

«Дурні» помилки будуть розпізнані майже відразу. Це допомагає розробникам знаходити помилки, які могли б зашкодити кожному.

## Технология численного решения задач глобальной оптимизации

Косолап А. И., ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет», Украина

Существует огромное число задач выбора наилучших решений почти во всех областях человеческой деятельности. В условиях ограниченных ресурсов очень важно находить такие решения. Однако при численном их решении мы сталкиваемся со значительными вычислительными трудностями. Даже решение небольших задач комбинаторной оптимизации на современных вычислительных машинах требует значительного времени. Разработано множество программ для решения задач оптимизации. Эти программы позволяют быстро находить локальные экстремумы. Но большинство реальных задач являются многоэкстремальными. Это привлекло, начиная с 90-х годов прошлого века, многих исследователей для построения методов решения многоэкстремальных задач. Однако более чем 30 лет интенсивных исследований не дали эффективных методов для решения этого класса задач. Не удалось даже выделить классы многоэкстремальных задач, для которых разработанные алгоритмы были бы эффективны. Наиболее эффективной идеей этих исследований была выпуклая релаксация, которая позволяет получать оценки искомых решений, а иногда и точные решения в многоэкстремальных задачах. Много шума надедали генетические и эволюционные алгоритмы. Однако для многомерных задач они неэффективны. А для сложных допустимых областей этих задач программы эволюционных алгоритмов не могут найти даже допустимого решения. Стало понятно, что данная область исследований требует новых идей, которые будут использованы для разработки новых методов.

Несколько лет назад, автор предложил новый метод для решения многоэкстремальных задач, который использует точную квадратичную регуляризацию. Эта регуляризация позволяет преобразовать все многоэкстремальные задачи к максимуму нормы вектора на выпуклом множестве. Для реализации этого метода необходимо располагать только программой локального поиска. Такие программы реализованы во многих математических пакетах, некоторые из них можно скачать с сети Internet. Преобразованная задача имеет простую геометрическую интерпретацию. Необходимо найти точку касания выпуклого множества поверхности линии уровня, которая является сферой. Точка касания при минимальном радиусе сферы определит решение исходной задачи. Эту точку касания мы находим методом дихотомии по вспомогательной переменной. Для каждого значения вспомогательной переменной мы решаем задачу программой, которая реализует локальный поиск. Эта простая технология в течение нескольких лет использовалась для решения более 400 известных сложных тестовых и практических задач. Полученные результаты значительно превосходят результаты всех существующих методов. Однако существуют классы задач, для которых метод точной квадратичной регуляризации требует усовершенствования.

Рассмотрим трудности при решении сложных многоэкстремальных задач предложенным методом. Приблизительно в 50% простая технология использующая дихотомию и локальный поиск позволяет находить точку глобального экстремума при соответствующем выборе шага дихотомии. Результаты решения могут быть улучшены вариацией коэффициента регуляризации. Значительное улучшение поиска глобального экстремума мы наблюдаем при перемещении допустимого выпуклого множества вдоль биссектрисы положительного ортанта. В общем случае, необходимо проверять найденную точку на оптимальность. Это достигается посредством решения вспомогательной задачи выпуклой оптимизации, где норма вектора заменяется скалярным произведением. Если найденная точка не является оптимальной, то процедура дихотомии и локального поиска продолжается.

## Оптимизация буферной памяти в многопроцессорных системах

Котловец И. С., ДВНЗ Украинский государственный химико-технологический университет, г. Днепр, Украина

В настоящее время технологии увеличения быстродействия вычислительной техники интенсивно исследуются и внедряются в практику. Важным звеном в этих технологиях принадлежит буферной памяти – это быстрая промежуточная кэш-память (обычно стандартный тип оперативной памяти), служащая для нивелирования (сглаживания) разницы между скоростями чтения, записи и передачи по интерфейсу данных во время работы диска. Кэш винчестера может быть использован для хранения последних считанных данных, но еще не переданных для обработки или тех данных, которые могут быть запрошены повторно. Таким образом, пока происходит запись или считывание данных с магнитных пластин, система для своих нужд может использовать информацию, хранящуюся в кэше, не простаивая в ожидании.

Величина буфера обмена у современных жестких дисков, выполненных в формате 2,5", может быть 8, 16, 32 или 64 Мб. У старших 3,5-дюймовых собратьев максимальное значение буферной памяти достигает уже 128 Мб. В мобильном секторе наиболее распространены диски с кэшем 8 и 16 Мб. Среди винчестеров для настольных ПК самыми распространенными объемами буфера являются 32 и 64 Мб.

Чисто теоретически, кэш большего размера, должен обеспечивать дискам большую производительность. Но на практике это далеко не всегда так. Существуют различные операции с диском, при которых буфер обмена практически не влияет на производительность винчестера. Например, это может происходить при последовательном чтении данных с поверхности пластин или при работе с файлами большого размера. Кроме этого, на эффективность работы кэша влияют алгоритмы, способные предотвращать ошибки при работе с буфером. И здесь диск с более маленьким кэшем, но продвинутыми алгоритмами его работы, может оказаться производительнее конкурента, имеющим больший буфер обмена.

Системы с общей памятью в простейшей реализации используют для подключения всех процессоров общую шину памяти. Такая конфигурация называется Uniform Memory Access (UMA) - равноправный доступ к памяти. Производительность многопроцессорных систем этого типа лимитируется пропускной способностью общей шины памяти и при увеличении числа процессоров, начиная с некоторого их числа, производительность системы перестает расти. Это связано с тем, что резко возрастает время ожидания доступа к общей шине памяти. Обычно, число процессоров в таких системах не превышает 8-16 шт. Более того, для современных высокопроизводительных процессоров пропускной способности шины памяти не хватает даже в 2-4 процессорных конфигурациях. Для улучшения масштабируемости систем с общей памятью используется Non-Uniform Memory Access (NUMA) архитектура. В системах этого типа каждый процессор по-прежнему имеет доступ ко всей памяти, однако она разделена на блоки, к каждому из которых напрямую подключено небольшое число процессоров (обычно 4), а блоки объединяются с помощью высокоскоростного коммуникационного оборудования. Все микропроцессоры в настоящее время оснащаются кэш-памятью, что требует аппаратной поддержки когерентности всей кэш-памяти. Такие системы называются cc-NUMA (cache coherent NUMA). Системы этого типа масштабируются до нескольких сотен процессоров. Недавно, общепризнанный лидер в производстве вычислительных систем с общей памятью, фирма SGI представила самую большую систему с общей памятью объемом 4 Терабайта, состоящую из 1024 двухядерных процессоров.

В данной работе предлагаются алгоритмы управления кэш-памятью, позволяющие оптимизировать ее параметры для различных конфигураций вычислительных систем.

## Прогнозування зміни стану ізоляційної системи електричних машин локомотивів

Лагута В.В., Сердюк К.М., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

У технічній діагностиці прогнозування стану технічних об'єктів засновано на даних про зміни, що відбуваються в об'єкті з плином часу під впливом зовнішніх впливів і внутрішніх незворотних фізико-хімічних перетворень.

Картина фізичних змін стану електричних машин локомотивів пояснює походження кількісних змін в даному об'єкті і можливий перехід його в інший якісний стан. З моменту виготовлення електричної машини в ній протікають процеси деградації, тобто працездатність машини поступово погіршується, причому швидкість зміни працездатності різна в електротехнічних та механічних елементах. Причинами відмов і процесів їх виникнення в більшості випадків є деформація і механічні руйнування матеріалів, порушення електричної ізоляції (пробою), теплові руйнування елементів (перегорання, розплавлення), знос поверхонь деталей.

Виконати достовірне прогнозування ізоляційної системи можна тільки в тому випадку, коли відомі умови, в яких буде використовуватися система: режими використання, характер навантаження, зовнішні фактори (температура, вологість і т. п.). Чим більше фізичних процесів, які є причинами деградації ізоляції, тим складніше характер зміни працездатності, тим важче здійснити точне прогнозування. Однак зміни параметрів, випадкові для одного об'єкта, носять стійкий статистичний характер для групи подібних об'єктів, причому статистичну стійкість характеризує явно виражена тенденція монотонності і плавності, що служить однією з вирішальних передумов для здійснення прогнозування.

Для вирішення задачі прогнозування стану ізоляційної системи пропонується час спостереження розділити на два інтервали: 1 – інтервал спостереження за станом ізоляції об'єкта, 2 – інтервал, на якому здійснюють прогнозування. Природно, чим більше інтервал спостереження, тим вірогідніше прогноз, оскільки зі збільшенням інтервалу спостереження зростає обсяг інформації про прогнозований процес. Однак збільшення інтервалу спостереження призводить до додаткових витрат, пов'язаних з тривалістю проведення експерименту або додатковою обробкою даних, що характеризують стан ізоляції об'єкта. У зв'язку з цим на практиці намагаються по можливості скоротити інтервал спостереження. Період спостереження може передувати або поєднуватися з використанням ізоляційної системи за призначенням.

Задача прогнозування зміни стану ізоляційної системи може бути вирішена методами екстраполяції або класифікації.

При прогнозуванні зміни стану ізоляційної системи методом екстраполяції визначають значення детермінованих або імовірнісних характеристик процесу зміни стану ізоляції на основі даних, одержуваних на ділянці спостереження.

Процедура прогнозування складається з аналізу результатів спостереження, побудови аналітичного виразу, що зв'язує результати спостереження, і безпосередньо проведення процедури екстраполяції за допомогою отриманого виразу. При прямій екстраполяції в процесі прогнозування припускають, що умови, які були при спостереженні, в подальшому залишаються незмінними або змінюються за відомим законом.

Похибки прогнозування при екстраполяції складаються з похибок при фіксації результатів спостереження, похибок, що допускаються при побудові виразу що прогнозує, і похибки, яка вноситься зміною умов за областю спостереження.

При прогнозуванні зміни стану ізоляції, незважаючи на імовірнісний характер процесів зміни стану, використовуючи екстраполяцію, вирішують як детерміновані, так і ймовірнісні задачі.

При прогнозуванні методом класифікації необхідно виявити загальні риси для різних ізоляційних систем, їх систематизувати, сформувавши класи і віднести виміряні значення до класу відомих. У цьому випадку доводиться вирішувати дві задачі: по-перше, побудувати безліч класів; по-друге, необхідно оцінити ознаки і за результатами оцінки віднести об'єкт прогнозування до того чи іншого класу.

Розв'язання першої задачі вимагає обробки великого обсягу статистичних даних, одержуваних в період експлуатації ізоляційних систем або виконання спеціальних експериментів. Можливість формування класів багато в чому залежить від вдалого вибору діагностичних ознак. Ці ознаки повинні досить повно характеризувати перебіг процесів, що призводять до втрати працездатності ізоляційної системи і їх оцінка з необхідною точністю не повинна представляти великих труднощів. Успіх у розв'язанні другої задачі багато в чому визначається точністю віднесення ізоляції об'єкта за результатами оцінки до відомого класу, що характеризується певною тенденцією зміни стану ізоляційної системи з плином часу.

Розв'язання задачі прогнозування для конкретної ізоляційної системи дозволяє:

Виявити ізоляційні системи, працездатність яких істотно зміниться найближчим часом і своєчасно підготувати необхідний резерв для заміни або спланувати відновлення працездатності ізоляції;

Обґрунтувати необхідну кількість запасних ізоляційних систем або ізоляційних матеріалів перед початком експлуатації і обсяг ЗІПа на планований період використання електричної машини;

Визначити терміни профілактичних робіт (відновлення), спрямованих на підвищення працездатності ізоляційної системи.



## Динамическое и статистическое моделирование сигналов в задачах диагностирования

Лагута В.В., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина

При проведении диагностирования элементов железнодорожной автоматики, как правило, используются дискретные последовательности экспериментальных данных (временные ряды) для создания динамических и статистических моделей, предназначенных для решения задач прогноза неисправности или поведения объекта.

Формальная математическая конструкция становится моделью после наполнения ее физическим содержанием, указанием связи символов с характеристиками объекта. При моделировании очень важно выбрать математический аппарат, наиболее соответствующий целям моделирования, и структуру математических выражений (формул), наиболее приспособленных к упомянутому наполнению. Этот выбор делается на начальном этапе моделирования при исходном рассмотрении сигнала характеризующего состояние объекта или информации об объекте и определяется целями моделирования.

В том случае, если требуется однозначный прогноз и имеется возможность точного задания величин, характеризующих состояние объекта, конструируют динамические модели. Для создания динамической модели обычно используют аппарат дифференциальных уравнений и однозначные отображения. Если от претензий на точное описание по имеющимся сигналам о состоянии объекта отказываются и полагают наблюдаемые процессы случайными, то строят статистические (вероятностные) модели. Обычно это делается с помощью математического аппарата статистики и теории вероятностей, если по условиям задачи достаточно указать вероятность того или иного из возможных состояний объекта или вполне устраивает приближенное описание с помощью усредненных величин. Более того, в ряде случаев динамическое описание даже не представляется возможным из-за сложности моделируемой системы или ее поведения.

Следует добавить, что хаотические решения простых (малой размерности) нелинейных динамических объектов могут представлять собой весьма нерегулярные, беспорядочные зависимости от времени, так что для их описания тоже весьма уместны статистические характеристики. С другой стороны, для описания случайных явлений в объектах с малыми шумами используют стохастические дифференциальные уравнения (с малыми случайными добавками). Эти представители вероятностных моделей в некотором смысле находятся на стыке с динамическими моделями.

Как показывают вычислительные эксперименты, для описания сигналов, которые используются при проведении диагностирования неисправностей некоторых объектов железнодорожной автоматики, достаточно ограничиться статистическим рассмотрением процессов эволюции: определением зависимостей величин, характеризующих объект, от времени с целью прогноза их дальнейшего поведения или классификации состояний (неисправностей). Рассматривались лишь эмпирические модели, которые конструировались непосредственно из экспериментальных данных, представленных в виде временных рядов. Задача построения модели по временному ряду была поставлена в рамках статистики в связи с решением задачи прогнозирования и классификации. Естественным представляется вопрос: если известно поведение объекта до настоящего момента времени, то возможно ли предсказать его будущее (рассматривалась задача об определении срока службы объекта), и насколько далеко? Сначала задача прогноза наблюдаемого процесса формулировалась как одна из наиболее распространенных задач статистического анализа – изучение связи между переменными. Ранее она решалась методом экстраполяции наблюдаемой временной зависимости. Затем появились и получили развитие другие методы, в которых, главным образом, ограничиваются линейными приближениями. Несмотря на активное

повсеместное продвижение нелинейных представлений, эти, ставшие классическими подходы, остаются актуальными.

В эксперименте использовались неструктурные и структурные методы анализа временного ряда. К первым относят оценивание по данным спектра Фурье, автокорреляционной функции, гистограммы и т.д. Эти методы характеризуются тем, что по временному ряду оценивается очень большое число параметров (значение автокорреляционной функции для каждого времени задержки – это отдельный параметр). Ко вторым относят методы, ориентированные на оценку по данным небольшого числа параметров при некоторых дополнительных предположениях о свойствах наблюдаемых величин. Например, построение гистограммы по наблюдаемым значениям – это неструктурный подход к оцениванию плотности распределения вероятностей случайной величины. А выбор явного вида функции – подход структурный.

Представлены: экстраполяция временной зависимости, а также линейные модели авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего. Разработаны программные средства, позволяющие по экспериментальным временным рядам конструировать прогностические модели.

## **Про один метод наближеного представлення результатів чисельного моделювання у аналітичному вигляді**

Ларіонов Г.І., Ларіонов М.Г., Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова  
національної академії наук України

Результати проведення експериментів з виявлення тих чи інших властивостей машин, механізмів, приладів, тощо найчастіше являють собою масиви чисельних даних. Як правило, за результатами проведення експериментів проводять побудову математичної моделі (ММ), яка б давала можливість узагальнити процес її вивчення. У якості таких моделей для опису функції якості обирають або адитивну або мультиплікативну моделі. Мультиплікативні моделі отримали широке застосування при обробці даних експерименту або моделювання завдяки наочності впливу параметрів.

Модель може бути представлена як фізичними приладами, системами диференціальних рівнянь, послідовністю математичних формул так і обчислювальними програмами або Пакетами Прикладних Програм (ППП) які її реалізують. Результати досліджень ММ, як правило, являють собою матриці чисел або таблиці числових даних. Відтворення функцій здійснюється з використанням їх значень на сітці параметрів. Проте, для складних задач отримання значень функцій на сітці параметрів потребує значних витрат машинного часу, що часто робить проблему відтворення функцій практично неможливою. Виникла ідея використання методики отримання ММ за спрощеною процедурою, як це роблять при проведенні експериментальних робіт. За цим підходом отримання ММ здійснюється не на сітці параметрів, а в певній точці області їх визначення. Запропонований автором метод послідовної апроксимації (МПА) дозволяє суттєво зменшити обчислювальні витрати на відтворення функції, але лише у околі певної точки із області її визначення. Так, замість обчислення значень функції на сітці параметрів, вони обраховуються лише на координатних лініях, які проходять через обрану точку, чим істотно зменшують кількість обчислень результативної функції.

Досвід успішного використання МПА показав, що точність отриманих таким чином ММ геотехнічної механіки є задовільною для інженерних розрахунків на всій області визначення. Ця обставина надихнула автора сформулювати теорему про існування такого представлення для більш широкого кола задач.

Наведено приклади використання МПА до ряду елементарних функцій та виконано аналіз відносних похибок запропонованих наближених формул у порівнянні з оригіналами.

Використання МПА в інженерній практиці дозволить створювати методики розрахунку тих чи інших технічних проблем.

## Эвристики конструктивно-продукционного моделирования

Литвиненко К. В., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, Украина

Большая часть прикладной математики возникла из необходимости адекватного описания физической картины мира и решения практических задач человеческой деятельности. Это влияние в значительной мере проявляется в выборе понятий и принципов, лежащих в основе математического описания реальных объектов и процессов (математическом моделировании) и играет важнейшую роль в возможности человека решать все более сложные задачи техники и технологии. Одним из новых подходов к адекватному математическому моделированию объектов разной природы и сложности является конструктивно-продукционное моделирование (КПМ).

КПМ совмещает в себе преимущества редуцированного физического подхода (редукция к простейшим механизмам и субстанциям), так и учета специфики целостных свойств моделируемой системы. Следует отметить, что существует возможность сводить процедуры КПМ к правдоподобным рассуждениям, операциям на нечетких множествах и др. В таких ситуациях, КПМ, как любой научный подход, основывается на базовых принципах, которые находят свое отражение в совокупности эвристик. Под эвристикой мы понимаем совокупность приемов и методов, облегчающих и упрощающих решение практических конструктивных задач в рамках КПМ. Выбор совокупности эвристических установок существенно определяет ход КПМ, говорит о том, что может служить ответом и сужает круг поисков возможных решений. Решая задачу обоснования принципов КПМ, авторы предлагают перечень из 14 номинальных и реальных эвристик:

- исследовать конструктивный объект нужно сведением к частям, которые определяют проявление целого;
- конструируя объект, учитывать, как внешняя среда определяет внутренние свойства объекта конструирования и работы конструктора;
- искать математические структуры и алгоритмы, лежащие в основе конструируемой системы;
- формируя конструктор моделирования, четко отделять объективное от субъективного;
- искать причинно-следственные связи между элементами конструкций;
- искать смысл конструктивных процессов, проявляющихся в целях конструирования;
- всякая информация при конструировании связана с некоторым носителем;
- все существенное содержится в модельных примерах;
- формулировать аксиоматику, гарантирующую нужные свойства конструируемого объекта;
- учитывать законы сохранения (что и при каких условиях сохраняется);
- не вводить новых сущностей при конструировании кроме объективно необходимых («бритва Оккамы»);
- не различать то, что несущественно в данной ситуации конструирования;
- процедуры отождествления при конструировании многообразны и нетривиальны, поэтому тщательно исследовать принципы отождествления (применение КПМ в лингвистике);
- существенно, как выражено описание процедур конструирования, носителя и объекта конструирования. Следует искать наиболее адекватный способ их описания в естественной системе понятий.

Предложенная система эвристических правил не дает решения конкретной задачи конструирования в рамках КПМ, а имеют вид рекомендаций о том, как осмысливать результаты и принимать решения.

## Симметрия и скользящий режим при поиске экстремума функции

Литвиненко К. В., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, Украина

Корсун В.И., ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет», Украина

Построение высококачественных алгоритмов поиска экстремума целевых функций для решения различного класса задач идентификации, оптимизации, управления продолжает оставаться в центре внимания математиков и инженеров. Градиентные методы являются основным численным методом современной оптимизации. Метод градиентного спуска активно используется в вычислительной математике и в задачах, которые могут быть преобразованы в оптимизационные (обратные задачи, решение нелинейных уравнений, поиск точек равновесий и др.). Кроме того, градиентные методы и их рандомизированные варианты лежат в основе многих алгоритмов обучения при анализе данных.

Метод дифференциального спуска, обладая преимуществами простоты реализации и доказанной эффективности, обладает известными недостатками: медленная скорость сходимости, наличие колебаний в окрестности оптимальной точки, особенно при оптимизации целевых функций со сложной поверхностью уровней, которые имеют вид оврагов со склонами и т.п.

Разработка таких алгоритмов дифференциального спуска, которые обладают меньшей чувствительностью к помехам и большим быстродействием может быть проведена при использовании принципа симметрии и подходов систем автоматического регулирования. При этом  $\nabla F$  будет играть такую же роль, что и рассогласование в следящих системах. При таком методе дифференциального спуска, целевая функция преобразуется во вспомогательную неотрицательную, симметрическую относительно новых переменных функцию  $F(a_i, b_i)$ , экстремум которой совпадает с экстремумом начальной целевой функции. Это обеспечивает желательную качественную картину движения. Минимизируемой симметрической функции поставим в соответствие систему дифференциальных уравнений, организующих встречное движение сближающихся точек и устанавливающих меру отклонения от точки оптимума величину градиента. Улучшение процесса сходимости можно достигнуть при введении в систему дифференциальных уравнений движения сближающихся точек в скользящем режиме. С помощью выбора соответствующих параметров осуществляется достаточно быстрое попадание сближающихся точек на некоторую поверхность  $S(\bar{x})$  и в дальнейшем движение к точке устойчивости системы дифференциальных уравнений в скользящем режиме, которая совпадает с точкой оптимума.

Целесообразность такого подхода может быть объяснена такими аргументами:

- переходной процесс со скользящим режим для симметрических целевых функций имеет большое быстродействие, поэтому для некоторых классов задач такой подход будет оптимальным;

- так как асимптотическая устойчивость в целом является свойством грубости системы, скользящий режим позволяет системе оставаться устойчивой относительно возмущений параметров.

Система дифференциальных уравнений для целевой функции будет иметь вид

$$\dot{\bar{x}} = \nabla F(\bar{x}) - K \cdot \nabla S(\bar{x}) \cdot \text{sign} S(\bar{x});$$

где  $F(\bar{x})$  – целевая функция,  $K$  – положительная постоянная.

## Про використання мов опису онтологій для розробки інтелектуальних систем

Лобода Д. Г., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

На сьогодні існує безліч інструментальних засобів для розробки онтологічних моделей. На нижньому рівні, для опису онтологій всі вони використовують певні мови, що базуються на визначених стандартах.

У роботі запропоновано два варіанти класифікації стандартів опису онтологій: за синтаксичним критерієм і за структурним критерієм.

Групу, сформовану за першим критерієм можна умовно розділити на дві підгрупи - «Традиційні варіанти синтаксису» та «Синтаксис розмітки». До підгрупи «Традиційні варіанти синтаксису» віднесені стандарти, які головним чином використовувалися на ранньому етапі розвитку онтологічних моделей (CL, CycL, KIF, LOOM та ін.). А підгрупа «Синтаксис розмітки» включає стандарти і мови, які використовують для кодування знань більш сучасний підхід - принцип розмітки (ці мови спираються переважно на XML). Сюди необхідно віднести DAML+OIL, OWL, OBO, SADL, SHOE.

У групі, сформованій за другим критерієм доцільно виділити наступні підгрупи - фреймова, дескрипційна, логіка першого порядку. До підгрупи «Фреймова» відносяться мови, повністю або частково, побудовані на фреймовій концепції (найвідоміші - F-Logic, KM, OKBC). Друга підгрупа базується на дескрипційній логіці, що забезпечує розширення фреймових мов (DAML+OIL, DOGMA, Gellish, OWL, OBO, RACER, SADL та ін.). Ще одна підгрупа охоплює кілька онтологічних мов, які використовують для виразів логіки першого порядку (CL, CycL, KIF).

В результаті аналізу мов опису онтологій було виявлено, що одною з найбільш поширених на даний момент є мова OWL (Web Ontology Language). OWL є розширенням моделі представлення знань RDF (Resource Description Framework), яка представляє твердження про ресурси у вигляді, придатному для машинної обробки. Ресурсом в RDF може бути будь-яка сутність - як інформаційна, так і неінформаційна. Твердження, що висловлюється про ресурс, має вигляд «суб'єкт - предикат - об'єкт» і називається триплетом. RDF надає засоби для побудови інформаційних моделей, але не торкається семантики ресурсу. Для вираження семантики потрібні словники, таксономії, онтології та наявність в даній моделі зв'язків з ними. Мова OWL призначена для запису складних логічних відношень між ресурсами різних предметних областей на основі RDF-моделі.

Спочатку OWL використовувалася в якості рекомендованої консорціумом W3C мови опису онтологій для семантичної павутини. Однак зараз сфера її застосування розширилася і тепер вона придатна для опису будь-яких об'єктів дійсності. Значна частина програмного забезпечення для розробки баз знань орієнтована на неї як на одну з базових. В основі мови - уявлення дійсності в моделі даних «об'єкт - властивість». Кожному елементу опису в OWL (в тому числі властивостям, що зв'язують об'єкти) ставиться у відповідність уніфікований ідентифікатор ресурсу.

Популяризація OWL в середовищі розробки онтологій призвела до формування цілого сімейства мов, орієнтованих на певні аспекти застосування. Наприклад, OWL EL використовується в застосунках з великою кількістю властивостей і класів, OWL QL найбільш ефективна для онтологій з великою кількістю індивідів, а OWL RL призначена для запуску алгоритмів, заснованих на мовах правил.

З огляду на гнучкість моделі RDF та універсальність мови OWL, в якості стандартів, на які спирається побудова бази знань в роботі, обрані саме вони. Програмний пакет Protégé, що використовується, повністю підтримує обрані формати та надає досить потужні засоби онтологічного моделювання, які забезпечують побудову експериментальної бази знань сортувальної станції.

## Анализ отказов в токоприемнике и их причин

Мохаммад Аль Саид Ахмад, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Иордания

В настоящее время система скользящего токосъема является основным способом передачи электроэнергии от контактной сети к электроподвижному составу (ЭПС) как на электрифицированных железных дорогах, так и на городском электротранспорте. В условиях повышения скоростей движения ЭПС, внедрения нового типа локомотивов и электропоездов особенно актуальной становится проблема поддержания в работоспособном состоянии элементов контактной сети и токоприемника. Обеспечение качественного токосъема в сложных условиях эксплуатации связано с решением комплекса задач, одной из которых является контроль эксплуатационного состояния элементов контактной сети и токоприемников, оценка и прогнозирование уровня их износа. Таким образом, анализ методов диагностики

Сейчас разрабатываются и внедряются новые методы по совершенствованию технологии обслуживания, диагностике, применяются улучшенные конструкции токоприемников и их элементов, однако число отказов все же остается значительным. Особенно при увеличении интенсивности и скорости движения, веса поезда. Для повышения эффективности системы токосъема и продления срока службы токоприемника и его узлов необходимо усовершенствовать методы теоретических и экспериментальных исследований в области диагностики и контроля его состояния.

Уделим внимание исследованию вопроса работоспособности контактной вставки токоприемника. В основе методов оценки износа лежит теория трения и износа. Особенности износа электрического скользящего контакта обусловлены протеканием электрического тока, кроме механического износа. Изучение степени износа и повреждения токосъемных устройств в условиях эксплуатации фактически основано на косвенной связи особенностей с характеристиками объекта. Поэтому целью научных исследований является выполнение детальных теоретических и экспериментальных исследований механизмов и причин износа и разрушения элементов контактной сети и токоприемников ЭПС и поиск факторов и условий, которые позволят уменьшить количество электрокоррозионных явлений.

Анализ статистических данных показывает, доля отказов полозов токоприемников составляет – 36 %, контактных вставок – 13 %, кареток – 8%, рам – 8 %, шунтов – 4 %, подъемно-опускающих механизмов – 1% и прочие – 30 %. При чем с увеличением скорости движения поездов доля отказов контактных вставок увеличивается до 50 %, на полозы приходится 18...20 %, подъемно-опускающие механизмы – 10 %, рамы – 3 %, каретки – 3%, прочие – 14...16 %. Процент отказов контактных вставок токоприемников достаточно высок. При чем, в зависимости от материала контактных вставок зависит число отказов в контактной сети. Так при медных и металлокерамических контактных вставках возникает около 22 % пережогов контактного провода из-за некачественного токосъема, а при угольных вставках – 6%. Основная причина возникновения таких отказов – неудовлетворительное качество ремонта и технического обслуживания элементов контактной сети и токоприемников (70 %)

Опыт эксплуатации железных дорог показывает, что качество токосъема во многом зависит от надежности контакта между медным контактным проводом и полозами токоприемника, а, следовательно, от конструктивного исполнения пантографа (материала контактных вставок, массы, величины статического нажатия, аэродинамической подъемной силы, ширины полоза, эластичности) и типа контактной подвески. Качество токосъема влияет на износ контактного провода, долговечность оборудования локомотива, уровень электромагнитных помех, излучаемых во внешнюю среду, а значит величину затрат на техническое обслуживание и капитальный ремонт.

## Диагностика основных узлов токоприемника

Мохаммад Аль Саид Ахмад, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Иордания

В основу методики диагностирования положены методы математического анализа и моделирования. Большинство систем технического диагностирования используют информацию о состоянии узла в виде набора диагностических признаков, наиболее полно и достоверно определяющих его технические свойства. Применение графо-аналитического метода отображения объекта в пространстве признаков с построением граф-модели позволит повысить достоверность распознавания дефектов сильнотокового скользящего контакта.

Выявление соответствия дефектов, образующихся в результате эксплуатации сильнотокового скользящего контакта, и диагностических параметров, характеризующих техническое состояние контактной пары, основывается на применении двудольных графов (I способ). Одним из основных этапов формирования двудольного графа соответствия дефектов и диагностических параметров является построение рабочей граф-модели. Каждому ребру граф-модели ставится в соответствие некоторая величина – вес ребра, характеризующая тесноту связи между соответствующими параметрами. На основании весов ребер формируется исходная матрица смежности.

II способ диагностики сильнотокового скользящего контакта основан на декомпозиции рабочей граф-модели. Каждой вершине графов поставлено в соответствие определенное число – вес вершины  $\lambda$ , характеризующее доступность параметра для контроля. Это число определялось по экспертно установленной шкале, которая включает в себя ряд ситуаций, определяющих измеримость (наблюдаемость параметра). Принят следующий набор ситуаций, вес которых устанавливается в диапазоне значений от 0 до 1.

Параметр считается тем информативнее, чем от большего количества значений структурных и входных параметров зависят его значения, и тем чувствительнее к появлению дефектов, чем теснее связь между ним и структурными и входными параметрами. Это означает, что показатель имеет большее значение для вершин, достижимых из большого числа вершин при меньших значениях расстояний. Таким образом, сумма элементов каждого столбца таблиц определяет значение для соответствующего элемента. Оценка находится отдельно для каждого симптома  $S$  и дефекта  $d$ . Разделительная способность параметра  $x$  при распознавании дефектов оценивается по числу  $t_i$  дефектов  $D$ , от изображения которых достижима по графу соответствующая вершина  $x_i$ . То есть, значение  $t_i$  равно числу ненулевых элементов каждого столбца таблиц. Определение множества диагностических параметров сводится к нахождению такого минимального подмножества множества  $X$ , в элементах которого нашли бы отражение все дефекты. Эту задачу решено методом покрытия таблицы расстояний. Данный метод базируется на оценке элементов модели – определении весов вершин и ребер, упорядочении вершин в соответствии со значениями показателя эффективности  $\Phi$  и в нахождении маршрутов отображения дефектов в графе.

III способ построен на основе выбранных множеств  $B_1$ ,  $B_2$  и  $B_3$ . Составлены схемы покрытия в виде двудольных графов соответствия между множеством дефектов и множеством диагностических параметров. Ребра графов представляют маршруты, числа на ребрах – значения расстояний  $\rho$  (близости). Полученные графы могут быть использованы для формирования задания по сбору статистических данных и организации процесса распознавания и диагностирования.

Итак, получены двудольные графы соответствия диагностических параметров дефектов сильнотокового скользящего контакта. Сформировано эффективное множество диагностических параметров удовлетворяющих критериям: доступность для контроля, информативность, а также разделительная способность параметра.



## **Аналіз методів визначення пропускної спроможності залізничної мережі**

Музикін М. І., Нестеренко Г. І., Бібік С. І., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Шамрай З. В., Державний університет інфраструктури та технологій, Україна

Ефективним засобом вирішення завдання пошуку напрямків удосконалення технічного оснащення та технології роботи станцій є аналіз факторів, які впливають на пропускну та переробну спроможність станцій. Основна мета полягає у виборі такої технології роботи, яка б забезпечувала необхідний рівень пропускної та переробної спроможності технічної станції. При цьому необхідно одночасно враховувати можливе скорочення вагоно-годин простою рухомого складу на станції, скорочення обігу вагонів, додаткове вивільнення рухомого складу, отриману при цьому економію паливно-енергетичних ресурсів, скорочення експлуатаційного штату.

Результативна пропускна спроможність дільниць визначається на основі даних про пропускну спроможність окремих пристроїв, і напрямків у цілому. Результативну пропускну спроможність окремих дільниць встановлюють по наступним елементах: по перегонах (тобто з урахуванням числа головних колій, довжини перегонів, профілю колії, пристроїв автоматики і зв'язку, колійного розвитку роздільних пунктів, пристроїв електропостачання); по станціях (приймально-відправні колії, стрілочні горловини); по деповському господарству (стійла технічного огляду і поточного ремонту, пристроїв екіпірування локомотивів і ходові колії); по пристроях електропостачання (тягові агрегати, силові трансформатори тягових підстанцій і контактна мережа).

Найменша з пропускних спроможностей цих елементів може обмежувати пропускну спроможність даної виробничої одиниці в цілому і визначає значення результативної пропускної спроможності. Пропускна спроможність встановлюється для дільниць залізничних ліній з однаковим на всій довжині технічним оснащенням, потужністю вантажопотоку і розмірами пасажирського руху.

Для розрахунку пропускної спроможності технічних пристроїв при різномірній структурі поїздопотоку застосовуються два методи:

1) детермінований - використовується на вітчизняних залізницях: спочатку встановлюється максимальна пропускна спроможність у поїздах чи парах поїздів категорії, що переважає на даній лінії. Поїзда інших категорій через визначені еквіваленти приводяться до поїздів основної категорії. Так, наприклад, пропускна спроможність дільниць по перегонах розраховується спочатку для рівномірного графіка і виражається в поїздах тільки однієї категорії, зазвичай вантажних. Потім оцінюється вплив на пропускну спроможність поїздів, що прямують з іншими швидкостями, тобто розглядається пропускна спроможність непаралельного графіка руху поїздів.

2) стохастичний (Німеччина, Японія) – пропускна спроможність визначається без виділення розрахункової категорії поїздів, а з урахуванням імовірнісної природи відносного взаєморозташування на графіку поїздів різних категорій.

Проведений аналіз пропускної спроможності залізничної мережі підтверджує недосконалість існуючих методів розрахунку пропускної спроможності на залізниці України. Необхідно знання величини пропускної спроможності більш наближеної до реальних експлуатаційних умов роботи. За таких умов потребують розвитку дослідження щодо методів розрахунку практичної пропускної спроможності, які дозволять врахувати експлуатаційну надійність системи перевезень.

## Біометрична аутентифікація за клавіатурним почерком

Мусієнко М. І., Остапець Д. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, Україна

Біометрична аутентифікація – це процедура доведення заявлених користувачем даних шляхом надання користувачем власного біометричного зразка, а також процес трансформації цього зразка відповідно до визначеного протоколу аутентифікації. Парольні методи аутентифікації, які традиційно використовуються в системах управління доступом та захисту інформації, мають суттєві недоліки. Головний з них – неоднозначність ідентифікації користувача (можливість обману системи захисту, наприклад, зламу паролю користувача). Системи аутентифікації за паролем потребують точної відповідності двох алфавітно-цифрових рядків, а біометрична система аутентифікації визначає ступінь збігу двох біометричних зразків.

Оскільки індивідуальні біометричні зразки, взяті в процесі реєстрації та аутентифікації, часто не є ідентичними, біометричні системи можуть робити помилки аутентифікації двох видів: хибна невідповідність та хибна відповідність.

Хибна невідповідність відбувається, коли два зразки від однієї людини мають низьку схожість і система не може їх зіставити. Хибна відповідність відбувається, коли два зразки від різних людей мають високу подібність і система некоректно оголошує їх співпадаючими.

Методи біометричної аутентифікації можна розділити на дві групи: статичні та динамічні.

Статичні методи засновані на фізіологічних особливостях людини, присутніх з ним протягом усього його життя: відбитки пальців, геометрія обличчя, райдужна оболонка ока, геометрія руки, термограма обличчя, ДНК, акустичні характеристики вуха, малюнок вен.

Динамічні методи беруть за основу поведінкові характеристики людей, а саме підвідомі рухи в процесі повторення будь-якої звичайної дії: клавіатурний почерк, рукописний почерк, голос, хода та інші.

Для побудови системи обрано динамічний метод аналізу клавіатурного почерку, оскільки для реалізації даного методу не потрібно ніякого додаткового обладнання. Передбачається, що користувач буде використовувати стандартну клавіатуру, яка є в будь-якому персональному комп'ютері.

Клавіатурний почерк - це набір динамічних характеристик роботи на клавіатурі. Звичайна клавіатура дозволяє виміряти наступні часові характеристики: час утримання клавіші насиненою та інтервал часу між натисканнями клавіш. Використовуючи алгоритми розпізнавання часу утримання клавіш і методи розпізнавання клавіатурного почерку за довільним текстом, можна побудувати систему постійного прихованого моніторингу, яка дозволить верифікувати користувача.

Час утримання клавіші – період, протягом якого клавіша клавіатури знаходиться в натиснутому стані. Програма вимірює це значення від моменту натискання на клавішу до її повного відпускання. Цей параметр зазвичай виражається в мілісекундах. Середній час утримання клавіші – це математичне очікування вибірки показників часу утримання конкретної клавіші, який збирається на протязі періоду введення фрагмента тексту.

В роботі планується використовувати систему штучного інтелекту, яка буде приймати рішення з аутентифікації, також використання методу динамічного машинного навчання, який може бути реалізований як з навчанням з учителем, так і без вчителя. Особливість реалізації в тому, що події надходять потоком і потрібне негайне прийняття рішення по кожній події і одночасне навчання моделі з урахуванням нових подій.

## Аналіз впливу зміни тарифних ставок на обіг вагону

Нестеренко Г. І., Репях В. В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

В сучасних умовах функціонування залізничного транспорту спостерігається тенденція до збільшення обігу вагонів. І навіть при забезпеченні формування маршрутних відправок, які надають можливість заощаджувати на маневровій роботі, витратах на локомотивну тягу та прискорюють швидкість доставки вантажів в порівнянні з вагонними і груповими відправками, тенденція до збільшення обігу власних вагонів або вагонів перевізника на мережі АТ «Українська залізниця» все одно зберігається.

Збільшення обігу вагонів на залізниці прямо чи опосередковано пов'язане з наступними причинами: наявність дефіциту локомотивної тяги, система розподілення вагонів перевізника працює в ручному режимі, погане матеріально-технічне забезпечення, відсутність чіткої системи індикаторів для прийняття правильних оперативних та стратегічних рішень, неправильна тарифна політика.

Підвищення тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом за останні роки значним чином не впливали на обіг вагонів, на відміну від інших вищезазначених причин. Однак, значний вплив на величину обігу та попит на певні типи вагонів здійснило введення філією «Центр Транспортної Логістики» АТ «Українська залізниця» з 20 травня 2019 року в дію нових ставок плати за користування вагонами. Так ставка плати за користування спеціалізованим вагоном-окатишовозом була встановлена на рівні 1426 грн/добу, що на 421 грн/добу або на 41,9 % більше за ставку плати від 13 листопада 2018 року. Вказана ставка плати за використання вагону 13 жовтня 2019 року була встановлена на рівні 1000 грн/добу, що на 426 грн/добу або на 29,9 % менше за ставку плати від 20 травня 2019 року.

Збільшення ставки плати за користування спеціалізованими вагонами-окатишовозами на 41,9 % від 20 травня 2019 року значним образом вплинуло на попит вантажовідправників на ці вагони. Починаючи з початку червня по кінець вересня 2019 року середній обіг одного вагону-окатишовозу склав 86,25 діб, що на 77,33 діб або на 867 % більше за аналогічний період 2018 року та за період з середини листопада 2018 року по кінець травня 2019 року. За період з початку червня по кінець вересня 2018 року спеціалізованими вагонами-окатишовозами було перевезено близько 2,005 млн т вантажів, коли за аналогічний період 2019 року – лише 0,207 млн т. Непродуктивний простій вагонів за період дії підвищеної ставки плати склав 228771,5 ваг.-діб, а збитки від непродуктивного простою вагонів сягнули близько 280,230 млн грн. Упущена вигода АТ «Українська залізниця» від невиконання перевезення 1,798 млн т вантажів склала 550,611 млн грн.

Слід відзначити, що з 1,798 млн т вантажів, перевезення яких було втрачено залізницею через високі ставки плати за користування вагонами-окатишовозами, близько 40 % було перевезено автомобільним транспортом.

Враховуючий той факт, що кожен рік обсяги перевезення вантажу залізничним транспортом України зменшуються, філії АТ «Українська залізниця», які встановлюють ставки плати за користування власними вагонами перевізника, повинні більш обережно та обґрунтовано ставитися до встановлення ставок задля запобігання зменшення обсягів можливих перевезень.

## **Оцінка впливу випадкових характеристик обчислювальних процесів на найгірший час виконання програм (Worst Case Execution Time, WCET)**

Нечай В. Я., Кочерга С. А., Сенін Д. С. Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

На даний час у літературі розглядаються та досліджуються десятки різних вимірів продуктивності виконання прикладних програм. Але всі існуючі тлумачення вимірів продуктивності так чи інакше пов'язані з часовими характеристиками системи.

Для систем реального часу поряд із продуктивністю актуальною є також їхня передбачуваність. Цей критерій також пов'язаний з часовими характеристиками та означає, що такі показники, як час виконання системних викликів, час затримки переривань, час маскування переривань, вплив засобів синхронізації потоків та інші, повинні бути оцінені заздалегідь з певною точністю. Ці показники є складовими найгіршого часу виконання програм (WCET) та мають випадковий характер.

У роботі [Нечай, Волошин, Нежуміра, 2017] були виконані дослідження з оцінки WCET за допомогою статистичних, аналітичних та гібридних методів і надана їх оцінка. Рекомендовано для надійності отримані результати збільшити на 15-20%. Це гарантує, що WCET не перевищуватиме «реальний час», який визначається фізичними процесами. Але, з іншого боку, така груба оцінка WCET може призвести до невиправданого завищення витрат ресурсів системи. Тому доцільно досліджувати ступінь впливу випадкових показників на величину WCET з метою його можливого уточнення. Видається очевидним, що ступінь впливу цих випадкових показників буде залежати від тривалості часового інтервалу, що досліджується. Враховуючи, що час перебігу деяких процесів (наприклад, при управлінні хімічними реакціями) достатньо малий, вплив цих випадкових складових для подібних задач може виявитися вельми істотним. Більше того, можна очікувати, що цей час буде порівнюваним з постійною складовою WCET. Тому оцінка впливу окремих випадкових складових для певного класу задач може уточнити оцінку WCET.

Система реального часу QNX має багатий набір функцій для дослідження часових характеристик. Вона містить у собі як функції стандарту POSIX, ANSI та UNIX, так і функції, притаманні тільки службі часу QNX. Вимоги, які пред'являються до служби часу операційної системи (ОС) QNX, значно ширші, ніж для ОС загального призначення. Так, користувачеві надаються можливості реалізації програмних таймерів із завданням проміжків часу від десятків наносекунд до декількох років. Крім того, є можливість регулювати роздільну здатність системного годинника, що дозволить зменшити похибки, що привносяться такими явищами, як затримка переривань, флуктуація відліку часу та іншими.

Отримані результати дозволять виділити клас задач, для яких вказані випадкові показники є суттєвими, а також задачі, де ними можна знехтувати.

## **Розробка локальної мережі підприємства в умовах обмежених можливостей застосування провідного зв'язку**

Носач Т.З, ДВНЗ Український державний хіміко-технологічний університет, Україна

У наш час більшість підприємств, не лише українських, для своєї продуктивної роботи та функціонування в цілому використовують канали зв'язку між своїми сегментами для передачі та обробки інформації, тощо. Називається в даному випадку такий зв'язок локальною мережею. Звичайно таке питання підіймається на початку розробки самого відділу чи локального підприємства, тому що в наші дні той функціонал що дає наявність локальної мережі є неоцінимим. Це зв'язок робочих станцій, забезпечення швидкого функціонування між ними та передача інформації. Все це і навіть більше забезпечує локальна мережа.

В даній роботі пропонується розробка такої локальної мережі підприємства. Мета даної роботи є вибір технології, топології і мережевого устаткування для побудови локальної мережі. Актуальність проекту полягає в тому, що дана локальна мережа є засобом для організації ефективного функціонування підприємства за допомогою апаратного та програмного забезпечення. Дана локальна мережа проектується з метою спільного використання загальних ресурсів, таких як локальні диски, мережевий принтер, Інтернет. Локальна мережа являє собою набір комп'ютерів, периферійних пристроїв, комутаційних пристроїв, з'єднаних кабелями. В якості кабелю використовуються «товстий» коаксіальний кабель, «тонкий» коаксіальний кабель, кручена пара, волоконно-оптичний кабель. «Товстий» кабель, в основному, використовується на ділянках великої протяжності при вимогах високої пропускної здатності мережі.

Волоконно-оптичний кабель дозволяє створювати протяжні ділянки без ретрансляторів при недосяжною за допомогою інших кабелів швидкості і надійності. Однак вартість кабельної мережі на його основі висока, і тому він не знайшов поки широкого поширення в локальних мережах. В основному локальні комп'ютерні мережі створюються на базі «тонкого» кабелю або крученої пари. Мережа буде побудована по топології - зірка, і по найбільш поширеною в наш час технології Ethernet. Переваги топології "зірка":- недорогий кабель і швидка установка;- легке об'єднання робочих груп;- просте розширення мережі. Використання комутатора або моста покращує продуктивність "поперек" мережі. Несправність одного вузла не призводить до зупинки роботи всієї мережі. Кабельна система забезпечує подачу сигналу на контрольні лампи концентратора, що дозволяє легко проводити діагностику і визначати несправні вузли. Таким чином у проекті досліджувалася локальна мережа підприємства і було встановлено необхідні параметри для її функціонування. Проаналізовано топології локально-обчислювальних мереж, технології локально-обчислювальних мереж та проведено аналіз мережевих операційних систем.

Виходячи с цього аналізу для мережі була обрана топологія «зірка», з використанням технології «Ethernet». Теоретична значущість проекту полягає в аналізі існуючих технологій і застосуванні однієї з них для реалізації на практиці. Практична значимість полягає в реалізації на практиці проекту з проектування локальної мережі, а також заходів по налаштуванню доступу до загальних ресурсів даної локальної мережі, таким як спільне використання багатьох ресурсів підприємства. При проектуванні локальної мережі враховувалась обмеженість можливостей провідного зв'язку, що потребувало знаходження мінімальної відстані між вузлами мережевого графіку підприємства.

## Виростання методів інтелектуального аналізу даних для обробки логів

Островська К.Ю., Рожко В.П., Національна металургійна академія України, Україна

На сьогоднішній день однією з найважливіших проблем на етапі супроводу практично будь-якого програмного забезпечення є завдання максимально швидкого виявлення причин і джерел виникаючих помилок, а також їх прогнозування. Одним з основних методів вирішення подібних завдань був і залишається метод аналізу логів.

Як правило, в процесі пошуку помилок в системі, з метою подальшого їх усунення, застосовується «ручний» метод аналізу логів, тобто, фахівець, досить глибоко знайомий з форматом лог-повідомлень і загальною логікою роботи системи, переглядає згенеровані лог-дані на предмет лог-повідомлень про помилки або попередження в системі. При такому підході фахівцю необхідно розуміти точний зміст кожного повідомлення і його взаємозв'язок з іншими подіями і повідомленнями. Очевидним недоліком такого підходу є його низька ефективність в умовах великих обсягів генеруються лог-даних. Крім того, в великих розподілених системах з великою кількістю користувачів розробники неминуче стикаються з проблемою регулярних збоїв і звітів користувачів про помилки, що тягне за собою величезні витрати людських ресурсів у вигляді кваліфікованої допомоги в пошуку і усунення проблем.

Що ж стосується області системного профілювання, прогнозування і запобігання помилок, то тут застосування «ручного» підходу виявляється практично неможливим, так як при відсутності вбудованих механізмів оцінки працездатності системи, стандартний набір лог-даних звичайно не містить прямих ознак і метрик, що вказують на критичне або нестійкий стан системи, і аналіз вимагає оцінки непрямих, похідних метрик, таких як: середні і максимальні часові затримки, розміри системних черг, зациклення, тощо. Використовуючи ж традиційний, порядковий метод аналізу, вірно оцінити описані метрики представляється практично неможливим при обсязі лог-даних, характерному для промислових програмних систем (десятки і сотні гігабайт).

Описані труднощі і проблеми «ручного» аналізу лог-даних спричинили повсюдне створення і широке впровадження автоматизованих систем обробки лог-даних в сфері промислової розробки програмного забезпечення (ПО). На сьогоднішній день існує безліч подібних систем, однак, найчастіше, складність їх застосування стають серйозною перешкодою на шляху до їх впровадження в процес супроводу та технічного обслуговування цільового ПО. Більш того, специфіка роботи, формату і вмісту логів кожної окремо взятої цільової програмної системи ускладнює використання спільного рішення для обробки і аналізу лог-даних.

Таким чином, передумовою для цієї роботи є необхідність у створенні, впровадженні та подальшому супроводі якісного, вузькоспеціалізованого інструменту обробки і аналізу логів, призначеного для роботи з лог-даними конкретної промислової програмної системи.

Метою цієї роботи є проектування та реалізація обробника логів спеціалізованої розподіленої системи, в якому повинні бути застосовані методи статистичного та інтелектуального аналізу таким чином, щоб забезпечити можливість максимально швидкого і точного визначення помилок і проблемних точок в цільовій аналізованій системі. В плані функціональності аналізу, поточна версія системи, реалізована в рамках цієї роботи, призначена для вирішення наступних задач: перетворення даних, вимірювання статистичних показників, кластеризація помилок і виявлення аномалій.

Цільова розподілена система, для супроводу якої розробляється справжня програмна система обробки балок, являє собою набір програмних компонентів єдиного програмного продукту, що забезпечує роботу контакт-центру (колцентра) в області взаємодії клієнтів і агентів через чат, email, SMS / MMS, різні месенджери та ін.

## Використання гібридних нейронних мереж в задачі розпізнавання рукописного тексту

Островська К.Ю., Станиць Г.Ю., Внучков П.І., Національна металургійна академія України, Україна

Гібридні нейронні мережі (ГНМ) представляють собою об'єднання декількох нейронних мереж для вирішення певних завдань. Це дозволяє виконати декомпозицію складної задачі на більш прості підзадачі, а архітектура нейронної мережі оптимізувати під конкретну задачу. Так само, перевага гібридних нейронних мереж полягає в тому, що швидкодія при програмній реалізації може варіюватися в широких межах залежно від обраної структури. Це дозволяє застосовувати їх для вирішення завдань реального часу.

ГНМ об'єднують кілька експертів, однакових або різних за структурою і природі. Виходячи з цього, кожен з них може генерувати різні відповіді для одного і того ж вхідного впливу для формування спільної відповіді гібридної нейронної системи, найчастіше використовуються зважене підсумовування результатів або динамічний вибір однієї нейронної мережі, і використання отриманого нею результату в якості вихідного значення. Динамічний вибір передбачає пошук в наборі кращого, в певному сенсі, експерта.

За допомогою штучних нейронних мереж (ШНМ) успішно вирішується велике коло завдань розпізнавання різного рівня складності. Однак завжди існують такі проблеми, як складність при виборі оптимальної архітектури нейронної мережі і великі обчислювальні витрати при її навчанні для мінімізації в подальшому помилок розпізнавання. Гібридні ШНМ дозволяють вирішити ці проблеми, підвищуючи точність розпізнавання.

У даній роботі висувається гіпотеза про те, що поєднання відразу декількох штучних нейронних мереж в одну гібридну ШНМ може забезпечити більш високу точність розпізнавання тексту, написаного від руки, ніж одиночна ШНМ. Проаналізувавши той факт, що в даний час діють додатків, які розпізнають текст на основі гібридної ШНМ немає, було прийнято рішення створити додаток, яке буде розпізнавати і класифікувати зображення рукописного тексту на основі навченої гібридної ШНМ, що включає в себе згорткову штучну нейронну мережу і багатошаровий перцептрон. Вибір підмереж обумовлений наступним: згорткова ШНМ є лідируючою в результатах точності розпізнавання зображень з перешкодами, а багатошаровий перцептрон дуже зручно використовувати як доповнення до згорткової ШНМ з метою страхівки від можливих колізій, які можуть виникнути в наслідок розпізнавання. До таких колізій можна віднести, наприклад, однакове вихідне значення у двох і більше вихідних сигналів. З метою підвищення продуктивності роботи гібридної мережі планується провести програмне розпаралелювання алгоритму, в результаті якого підмережі будуть здійснювати обробку зображень одночасно.

Гібридна ШНМ була обрана для розгляду не випадково: в даний часом не знайдено аналогів розроблених інструментів для розпізнавання тексту на основі гібридної нейронної мережі. В якості експерименту, була розроблена і навчена гібридна модель. Тестування мережі показало, що метод поєднання декількох ШНМ показує кращі результати розпізнавання, ніж у випадку тестування одиночної ШНМ. Результат досягається за рахунок часткового виключення випадків колізій при розпізнаванні. Однак, як і в будь-якій іншій нейронної мережі, велику роль в ефективності розпізнавання відіграє кількість навчальних прикладів. В даній мережі на даний етап досить прикладів, щоб справлятися з розпізнаванням рукописних букв, проте виникають складнощі при розпізнаванні злитих написаних слів в тексті. Архітектура побудованої мережі дозволяє вирішити це завдання тільки при величезній кількості навчальних прикладів почерків різних людей, що є дуже ресурс витратним процесом. Перспективою на подальші дослідження є застосування гібридних моделей для вирішення більш складної задачі, такий як, наприклад, можливість розпізнавання складних слів злитого написання.

## Аналіз інтелектуальних методів мультиагентної оптимізації для організації маршрутизації в ІТС залізничного транспорту

Пахомова В. М., Бондарева В. С., Вишнеvsька А. А., Стаднік А. Д., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Визначення оптимального маршруту в інформаційно-телекомунікаційній системі (ІТС) залізничного транспорту на основі декількох критеріїв являється NP-складною, для її рішення доречно використовувати евристичні методи, що дозволяють визначити близькі до оптимального рішення. До ефективних евристичних методів відносяться метаевристики (узагальнюючі стратегії пошуку оптимуму в просторі рішень): метод імітації відпалу (*Simulated Annealing*); метод пошуку з заборонами (*Tabu Search*); генетичні та еволюційні алгоритми; інтелектуальні методи мультиагентної оптимізації (*Swarm Intelligence*), які дозволяють досліджувати більший простір для пошуку рішення близького до оптимального, що підтверджує актуальність теми. Останнім часом інтенсивно розробляються інтелектуальні методи мультиагентної оптимізації, що об'єднують математичні методи, в котрих закладені принципи природних механізмів прийняття рішень: метод мурашиних колоній (*Ant Colony Optimization, ACO*); метод бджолоїної колонії (*Bee Colony Optimization, BCO*); метод рою часток (*Particle Swarm Optimization, PSO*); метод переміщень бактерій (*Bacterial Foraging Optimization, BFO*); метод сірих вовків та метод кажанів. Слід зазначити, що дані методи моделюють поведінку груп різних тварин, комах, птах, риб та інших живих істот, що дозволяє цим групам вирішувати різні важкі практичні задачі в природі, що свідчить про ефективність їхнього поведіння, а отже, і про ефективність роботи даних методів.

У мурашиних алгоритмах використовується непрямий обмін – стігмержі (*stigmergy*), що представляє собою рознесене в часі взаємодію, при якому одна особина змінює деякий простір навколишнього середовища, а інші використовують цю інформацію пізніше, коли в нього потрапляють. Біологи встановили, що така взаємодія відбувається через спеціальну хімічну речовину – феромон (*pheromone*), секрет спеціальних залоз, який відкладається при переміщенні мурахи. За методом BCO бджоли, що виявили нектар, виконують танець-вербування, повідомляючи тим самим іншим членам вулика інформацію про направлення розташування джерела нектару. Рішення оптимізаційної задачі розглядається як джерело нектару, кількість нектару в джерелі пропорційно якості його рішення, що представляється. У методі PSO особини (частинки) переміщуються в багатовимірному просторі рішень та мають дуже просту поведінку: вони прагнуть перевершити досягнення сусідніх частинок і поліпшити особисте. За методом BFO бактерії пересуваються не випадковим чином, а цілеспрямовано, наближаючись до приємного для себе об'єкту (їжа, світло) або відпливаючи якнайдалі від неприємного. Такі цілеспрямовані рухи називаються хемотаксисом. Деякі події можуть привести до того, що група бактерій повністю вмирає або переміщається на нове місце. Для моделювання цих феноменів в алгоритмі деякі випадкові бактерії вибувають, в той час як нові бактерії в випадковому порядку ініціалізуються по всій поверхні пошукового простору. Алгоритм сірих вовків - це також алгоритм інтелектуальної техніки рою, котрий імітує ієрархію лідерства вовків, відомих своїм груповим полюванням. Кожен вовк оновлює свою позицію відповідно до альфа, бета і дельта вовками, потрапляючи у випадкове місце в межах кола і наближаючись до здобичі. Алгоритм кажанів заснований на ехолокаційній поведінці кажанів із змінними частотами імпульсів випромінювання і гучності.

Треба визначити про необхідність проведення додаткових досліджень названих алгоритмів, тривалість та точність роботи яких залежить від настройки параметрів, що підбираються тільки при організації відповідних експериментів.



## Розподіл потоків в мережі MPLS на основі використання ансамблю нейронних мереж

Пахомова В. М., Доманська Г. А., Педенко І. О., Сухомлин О. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

При проектуванні нових, а також при дослідженні існуючих комп'ютерних мереж доцільно у якості основного методу використати метод імітаційного моделювання, а штучний інтелект – у якості додаткового. Тому доречно для інформаційно-телекомунікаційної системи (ІТС) залізничного транспорту провести дослідження можливості використання технології MPLS, яка дозволяє вибрати потрібний режим передачі трафіка в залежності від вимог послуги, що підтверджує актуальність даної теми.

Технологія MPLS передбачає два типи маршрутизаторів: одні встановлені на вході в мережу та можуть додавати/видаляти мітки – LER (Label Edge Router); інші є проміжними та тільки обробляють інформацію з міток на пакетах – LSR (Label Switching Router). Інжиніринг трафіку (Traffic Engineering, TE) дозволяє оптимізувати маршрутизацію IP-трафіку з урахуванням обмежень, які накладаються ємністю та топологією мережної магістралі. У MPLS TE до трафіку існують вимоги щодо полоси пропуску, вимоги до середовища передачі, вимоги пріоритетності та інші.

На сучасному етапі існує цілий ряд систем, що дозволяє будувати складні моделі комп'ютерних мереж, в тому числі й імітаційні. Наприклад, налаштування CBWFQ від CISCO Systems для моделювання трафіку MPLS, а також моделюючі системи: CPN Tools, OPNET Modeler, NS та інші. Так, наприклад, відповідає необхідність у трудомістких розрахунках для пошуку слабких місць комп'ютерної мережі в моделюючій системі OPNET Modeler при використанні наступних модулів: ACE (Application Characterization Environment); SCE (Server Characterization Editor); FA (Flow Analysis); NetDoctor. Зрівняння різних сценаріїв розвитку комп'ютерної мережі дозволить запобігти помилок на етапі її проектування. У якості прикладів в системі OPNET Modeler створені імітаційні моделі комп'ютерних мереж деяких фрагментів ІТС залізничного транспорту, а саме: Львівської та Одеської залізниць та проведені відповідні дослідження мережних характеристик (часу очікування в черзі та часу обробки пакету центральним маршрутизатором та інші) від типу трафіку: FTP-трафік; аудіо та відео конференції; обробку баз даних та Інтернет пошуку за технологіями IP, MPLS та MPLS-TE.

Задачу розподілу потоків в мережі MPLS пропонується розв'язати на основі використання ансамблю із чотирьох нейронних мереж (НМ): НМ №1, що формує складову метрики з урахуванням завантаженості каналів зв'язку; НМ №2, що формує складову метрики на основі часу передачі пакета; НМ №3, що формує складову метрики на основі варіації затримки; НМ №4, що розраховує складену метрику каналів зв'язку для прокладання тунелів в мережі MPLS. На вхід ансамблю НМ подаються дані про трафік: джерело та приймач; середня швидкість потоку; клас обслуговування та дані про канали зв'язків: завантаженість; пропускна здатність, у якості результату визначає тунель в мережі MPLS за складеною метрикою, що враховує параметри QoS (Quality of Service): час та варіацію затримки проходження пакета.

Запропонований ансамбль НМ створений за допомогою додатку NFTool пакету Neural Network Toolbox середовища MathLab. Вибірки для моделювання нейронних мереж формуються за допомогою імітаційних моделей, що створені в моделюючій системі OPNET Modeler, та шляхом генерації випадкових значень за допомогою пакету аналізу програми Microsoft Excel.

Проведено дослідження параметрів нейронних мереж на основі часу їх навчання та розрахунку MSE на вибірках різного обсягу за різними алгоритмами навчання (Levenberg-Marquardt, Bayesian Regularization та Scaled Conjugate Gradient) при різній кількості прихованих нейронів.

## Виявлення атак на комп'ютерну мережу з використанням нейромережної технології

Пахомова В. М., Коннов М. С., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Останнім часом все частіше з'являються повідомлення про проникнення в комп'ютерні мережі та атаки на Web-сервера. Відомо, що атаки поділяються на наступні категорії: DoS; U2R (User to Root); R2L (Remote to Local); Probe. Атаки здійснюються за дуже короткий термін та різноманіття загроз постійно збільшується, що не дозволяє виявити та запобігти їм стандартними захисними засобами. Існуючі підходи характеризуються рядом особливостей, які перешкоджають їх використанню: незначна швидкість роботи та низька точність. Для ліквідації цих недоліків пропонується використання нейромережної технології, що підтверджує актуальність теми.

DoS-атаки (Apache2, Back, Land, Neptune, Mailbomb, Pod, Processtable, Smurf, Teardrop, Udpstorm, Worm) характеризуються генерацією великого обсягу трафіка, що призводить до перевантаження та блокування сервера; U2R-атаки (Buffer\_overflow, Loadmodule, Perl, Ps, Rootkit, Sqlattack, Xterm) передбачають отримання зареєстрованим користувачем привілеїв адміністратора; R2L-атаки (Ftp\_write, Guess\_passwd, Httptunnel, Imap, Multihop, Named, Phf, Sendmail, Snmpgetattack, Spy, Snmpguess, Warezclient, Warezmaster, Xlock, Xsnoop) характеризуються отриманням доступу незареєстрованого користувача до комп'ютера з боку віддаленої машини; Probe-атаки (Ipsweep, Mscan, Nmap, Portswep, Saint, Satan) полягають у скануванні портів з метою отримання конфіденційної інформації. Виконаний огляд наукових джерел говорить, що для виявлення атак на комп'ютерну мережу можливо використання наступних нейронних мереж: багатошарового перцептронну; мережі Кохонена; нейронечіткої мережі (гібридної системи) та інші.

Рішення поставленої задачі пропонується здійснити на основі аналізу та обробки даних про параметри мережних з'єднань, що використовують стек протоколів TCP/IP, з використанням нейронної мережі конфігурації 41-1-43-23, де 41 - кількість нейронів вхідного шару, 1 - кількість прихованих шарів, 43 - кількість нейронів у прихованому шарі, 23 - кількість нейронів результуючого шару. На підготовчому етапі проведений аналіз кожного класу атак: атаки, що мали менше 20 еталонів, виключені із розгляду. На базі значень сукупності ознак атаки здійснюється класифікаційний висновок загрози. У результаті дані для моделювання нейронної мережі нормалізовані та дозволяють виявити 22 класи атак, а саме: Ipsweep; Satan; Portswep; Nmap; Saint; Mscan; Neptune; Smurf; Back; Teardrop; Pod; Land; Apache2; Mailbomb; Processtable; Buffer\_overflow; Rootkit; Httptunnel; Guess\_passwd; Warezmaster; Multihop; Warezclient. Відповідна нейронна мережа створена за допомогою додатку NfTool пакету Neural Network Toolbox середовища MathLab. При моделюванні роботи нейронної мережі використані навчальна (70 %), тестова (15 %) та контрольна (15 %) вибірки, що складені на основі відкритої бази даних NSL-KDD із 5000000 записів про з'єднання. Проведено дослідження похибки та часу навчання нейронної мережі конфігурації 41-1-43-23 від довжини навчальної вибірки (від 100 до 1000 прикладів) за різними алгоритмами навчання: Levenberg-Marquardt; Bayesian Regularization; Scaled Conjugate Gradient, визначені раціональні параметри нейронної мережі.

Крім того, проведено дослідження (на основі часу навчання та значення MSE нейронних мереж) використання двох підходів до виявлення атак на комп'ютерну мережу: на основі нейронної мережі конфігурації 41-1-43-23 та комплексу із п'яти нейронних мереж, що дозволяє на першому етапі визначити категорію атаки (DoS, U2R, R2L чи Probe), а вже на другому етапі провести визначення класу атаки (в залежності від категорії). На основі параметрів мережного трафіка використання нейромережної технології дозволить в реальному часі виявити загрозу на комп'ютерну мережу та здійснити відповідний контроль.

## Організація бездротової мережі на сортувальній станції з використанням бджолиного методу

Пахомова В. М., Назарова Д. І., Піддубніак П. В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

На сьогоднішній день бездротові мережі широко використовуються, так як дозволяють підключити декілька пристроїв, як між собою в локальну, так і до глобальної мережі Інтернет. Бездротові мережі мають значні переваги над дротовими мережами: вони дозволяють розгорнути мережу в місцях, де неможливо використання дротів, зберігаючи при цьому достатню швидкість передачі даних. Також бездротові мережі забезпечують легке підключення, мобільність користувачів, швидке виявлення несправностей та доступність мережного обладнання, що підтверджує актуальність теми.

Встановлення бездротової мережі необхідно коли розгортання кабельної системи є неможливим або економічно недоцільним. Відомо, що за масштабом бездротові мережі поділяють: бездротові персональні мережі (Wireless Personal Area Networks, WPAN) – до 10 м; бездротові локальні мережі (Wireless Local Area Networks, WLAN) – до 100 м; бездротові мережі масштабу міста (Wireless Metropolitan Area Networks, WMAN) – до 50 км; бездротові глобальні мережі (Wireless Wide Area Network, WWAN). За умови урахування особливостей сортувальної станції, до складу якої надходять парк прибуття, сортувальний парк та парк відправлення в подальшому мова йде про планування WLAN. Найбільш важливою частиною технологічного об'єкту являється сортувальна гірка, потужність якої (мала, середня, велика та підвищена) залежить від кількості сортувальних пучків (2, 3, 4, 6-8 відповідно), та на якій розташовані різні технологічні ділянки (стрілочна, вимірювання швидкості та прискорення відчепів в області 1-2ГП та 3-4ГП, вимірювання параметрів відчепа, контролю розчепа, вимірювання маси відчепа) з різноманітним наземним обладнанням: шляхові та фотодатчики; рейкові ланцюги; вагоміри; радіолокаційні швидкоміри.

За топологією бездротові локальні мережі поділяються на: тимчасові мережі ad-hoc (Independent Basic Service Set, IBSS); залежні мережі (Basic Service Set, BSS); складні мережі (Extended Service Set, ESS), на сортувальній станції доречно використати топологію ESS. Відомо, що існують дві основні методології розгортання WLAN: бездротові LAN з максимальною зоною обслуговування; бездротові LAN з максимальною пропускну здатністю. Для технологічного об'єкту, який розглядається, бездротові LAN, що орієнтовані на високу пропускну здатність, повинні забезпечувати максимальну продуктивність і швидкість передачі пакетів для кожного клієнта. Розміри сот орієнтованої на пропускну здатність WLAN менше, ніж для WLAN, що орієнтовані на максимальну зону обслуговування, відповідно щільність розміщення точок доступу вище. Орієнтовані на високу пропускну здатність WLAN необхідні у випадках, коли: використовуються додатки, які вимагають високої швидкості передачі пакетів; використовуються додатки, які чутливі до затримок; розгортаються підмережі менших масштабів (або декілька підмереж в одній зоні обслуговування); спостерігається висока щільність розміщення користувачів. У таких мережах кількість точок доступу в кілька разів перевищує число таких для WLAN, що орієнтовані на зону обслуговування. Зона обслуговування кожної точки доступу набагато менше, ніж при побудові мережі орієнтованої на максимальну зону обслуговування. Кожна точка доступу обслуговує близько 12 користувачів, а не 25 як в попередньому випадку.

Планування бездротової мережі на сортувальній станції проводиться за методом бджолиної колонії (Bee Colony Optimization, BCO), до основних біологічних понять якого відносяться: бджоли-розвідники та бджоли-фуражери. Бджоли, що знайшли нектар, оповіщають іншим про напрям знаходження джерела питань за допомогою танцю. Рішення оптимізаційної задачі розглядається як джерело нектару, кількість нектару в джерелі пропорційно якості його рішення, що представляється.

## Маршрутизація трафіку в мережі MPLS з використанням нейромережної технології

Пахомова В. М., Русінов А. С., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Останні дослідження показують, що взагалі трафік інформаційно-телекомунікаційної системи (ІТС) для більшості видів сервісів являється самоподібним (фрактальним), постійне збільшення якого приводить до необхідності визначення в реальному часі перевантаження мережі та здійснення контролю потоків. Одним із можливих рішень є маршрутизація з використанням технології MPLS і нейромережної технології, які дозволяють провести управління трафіком в режимі реального часу, уникнути перевантаження сервера та підвищити якість послуг, що підтверджує актуальність даної теми.

До особливостей технології MPLS слід віднести: можливість роботи з різними протоколами; введення різних класів обслуговування (Class of Service, CoS); забезпечення заданої якості обслуговування (Quality of Service, QoS). Технологія MPLS дозволяє вибрати потрібний режим передачі трафіка в залежності від вимог послуги. Технологія MPLS передбачає два типи маршрутизаторів: одні встановлені на вході в мережу та можуть додавати/видаляти мітки – LER (Label Edge Router); інші є проміжними та тільки обробляють інформацію з міток на пакетах – LSR (Label Switching Router). Дані передаються за допомогою шляхів LSP (Label Switch Path). У заголовку пакета є можливість ставити не одну мітку, а цілий стек, що якраз і дозволяє створювати ієрархію потоків в мережі MPLS і організувати тунелі. Сьогодні існує цілий ряд систем, що дозволяє будувати складні моделі комп'ютерних мереж, в тому числі й імітаційні. Наприклад, налаштування CBWFQ від CISCO Systems для моделювання трафіку MPLS, а також моделюючі системи: CPN Tools, OPNET Modeler, NS та інші.

У якості прикладу розглядається можливість використання технології MPLS в ІТС Придніпровської залізниці. В системі OPNET Modeler для ІТС Придніпровської залізниці створена імітаційна модель за технологією MPLS, що будує тунелі на основі даних про розташування маршрутизаторів, класи трафіку, параметри якості та потоки трафіку. В існуючій ІТС Придніпровської залізниці обробляються потоки трафіка за наступними протоколами: ESP, ICMP, GRE, OSPFIGP та інші. Кожний потік трафіку має індивідуальні характеристики, на основі яких визначаються вимоги QoS. Для того, щоб забезпечити різні параметри QoS для різних класів трафіку необхідно для кожного класу встановити в мережі MPLS окрему систему тунелів. При цьому для чутливого к затримкам класу трафіка необхідно виконати резервування таким чином, щоб коефіцієнт використання тунелю знаходився в діапазоні 0.2–0.3, а для нечутливого к затримкам трафіку – не перевищував 0.65 (відомо, що TCP – чутливий трафік до перевантаження, а UDP – нечутливий трафік).

У загалі для моделювання нейронних мереж існують наступні підходи: цілий ряд нейропакетів; плагіни до існуючих програм; фреймворки для машинного навчання, у якості основного засобу рішення обрано програмування нейронних мереж на Python за допомогою фреймворку TensorFlow. Маршрутизацію трафіку пропонується організувати на основі використання комплексу нейронних мереж: мережі Хопфілда та багатошарового перцептронну. Метою мережі Хопфілда є визначення типу трафіку потоку: TCP чи UDP. Визначення тунелю для потоку являється метою багатошарового перцептронну, у якості вхідних даних для якого використовуються дані про канали зв'язку ядра мережі MPLS: пропускна спроможність тунелю; поточна його завантаженість та дані про потоки трафіку: джерело; приймач; середня швидкість потоку; CoS (EF, AF1-12, BF); QoS (maxPTD, PDF). При умові, що значення maxPTD (Maximum Packet Transfer Delay) складають від 50 до 100 мс, а значення PDV (Packet Delay Variation) – від 1.5 до 5 мс в залежності від класу: термінового пересилання пакетів (EF, Expedited Forwarding); гарантованого (AF, Assured Forwarding) та негарантованого обслуговування (BE, Best Effort).

## Маршрутизація в інформаційно-телекомунікаційній системі залізничного транспорту з використанням ансамблю нейронечітких мереж

Пахомова В. М., Скабалланович Т. І., Капшученко Д. О., Годун Є. Д., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Одною з основних вимог, що висуваються до існуючих алгоритмів маршрутизації, є їх швидка збіжність до оптимального рішення, яке продиктовано необхідністю їх протокольної реалізації в реальному масштабі часу в умовах зміни характеристик мережного трафіку та завантаженості комп'ютерних мереж, що складають основу інформаційно-телекомунікаційної системи (ІТС) залізничного транспорту. Одним з підходів організації маршрутизації в ІТС є науковий напрям «Природні обчислення», який поєднує методи з природними механізмами прийняття рішень, що підтверджує актуальність даної теми.

Для фрагментів ІТС залізничного транспорту (Харківської та Львівської залізниць) в моделюючій системі OPNET Modeler створені відповідні імітаційні моделі, на яких за різними сценаріями досліджуються мережні характеристики за відомими протоколами маршрутизації: RIP та OSPF. На створених імітаційних моделях мереж фрагментів ІТС, що розглядаються, проведено дослідження наступних мережних характеристик: навантаження серверу; часу відповіді http-сторінки; часу очікування пакетів в черзі та часу обробки пакетів центральним маршрутизатором та їх втрат від довжини пакету та типу трафіку.

Огляд наукових джерел показує, що на сьогодні існують методи визначення оптимального маршруту з використанням наступних нейронних мереж: багатошарового перцептрону (Multi-Layer Perceptron, MLP) та радіально-базисної мережі (Radial Basis Function Network, RBF); мережі Хопфілда та мережі Хеммінга; адаптивної мережі нечіткого висновку (Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System, ANFIS). Для подальшого дослідження ІТС залізничного транспорту обрано нейронечітку мережу (ННМ), яка об'єднує в собі переваги нейронних мереж і класичних нечітких систем.

Для роботи з нейропакетами призначені безліч спеціалізованих програм: BrainMaker, Deductor Studio, Fann Explorer, GeneHunter, MatLAB, NeuroShell, NeuroShellPredictor, Statistica та інші. Для створення ННМ обрано програму MatLAB, що має ANFIS-редактор, який підтримує практично повну автоматизацію процесу створення ННМ, можливість перегляду сформованих правил і додання їм лінгвістичної інтерпретації, що дозволяє розглядати апарат гібридних систем, як засіб здобуття знань з баз даних і суттєво відрізняє дані мережі від класичних нейронних. ANFIS-редактор дозволяє побудувати ННМ за алгоритмом Сугено та складається з п'яти шарів: перетворення вхідної змінної у нечіткий терм (шар 1); формалізація та вибір правила (шар 2); обчислення нормованої сили правила (шар 3); розрахунок внеску кожного нечіткого правила у вихід (шар 4); обчислення вихідного значення (шар 5).

В основу інтегрованої системи маршрутизації в ІТС залізничного транспорту пропонується покласти ансамбль нейронечітких мереж: ННМ\_1 для прогнозування затримки в черзі на маршрутизаторі (на дві години вперед) на основі попередніх значень (окремо в денний та нічний період); ННМ\_2 для прогнозування часу затримки пакета за маршрутом його проходження в мережі. Для лінгвістичної оцінки вхідних змінних ННМ\_2 використані наступні терм-множини: кількість проміжних маршрутизаторів (хопів), що складають маршрут (до 10); інтенсивність надходження запитів (максимальна; середня; мінімальна); сумарна затримка в чергах на маршрутизаторах (максимальна, середня, мінімальна); довжина пакету (максимальна, мінімальна). Для моделювання ННМ вибірки побудовані на основі імітаційних моделей мереж фрагментів ІТС, що розглядаються. Так, наприклад, проведено дослідження параметрів ННМ\_2, найменше значення похибки надає нейронечітка мережа з Гаусовською функцією приналежності та за гібридним алгоритмом оптимізації.

## Врахування економічного ефекту від обслуговування заявок в одній математичній моделі системи масового обслуговування

Послайко Н.І.; Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара; Україна

В математичних моделях систем масового обслуговування (СМО) ефективність їх роботи характеризується різними показниками в залежності від типу системи – це, насамперед, пропускна здатність системи (абсолютна і відносна), середня довжина черги та середній час перебування заявок в черзі, ймовірність відмови в обслуговуванні та багато інших. В реальних СМО іноді виникають ситуації, коли при обслуговуванні заявок отримують певний економічний ефект, прибуток, який належало б враховувати при математичному описанні системи. Так, наприклад, у нафтопереробній промисловості на переробні підприємства нафта надходить порціями, які певним чином обробляються. Внаслідок цієї переробки одержують різноманітні нафтопродукти, такі як мазут, бензин, гас, авіаційне паливо та інші. Переробка нафти приносить переробним підприємствам певний прибуток, який залежить від обсягів нафти, яка надходить на ці підприємства. Процес надходження нафти та її переробки не є строго детермінованим, залежить від впливу багатьох факторів. Це призводить до того, що величина прибутку як функція часу теж не є строго детермінованою і при математичному описі її доцільно розглядати як випадковий процес.

Автором розглянута математична модель СМО з врахуванням економічного ефекту при наступних припущеннях.

Потік заявок, які надходять на обслуговування, вважається пуассонівським неординарним. Заявки обслуговуються  $n$  приладами; кожен прилад одночасно може обслуговувати тільки одну заявку; якщо заявка надходить, коли всі прилади зайняті обслуговуванням, то вона стає в чергу. Дисципліна черги – в порядку надходження (хто першим прийшов, той першим і обслуговується). Оскільки потік заявок неординарний, то на обслуговування заявки можуть прибувати групами, а не тільки по одній. Припускається, що порядок надходження на обслуговування заявок, які прибули в одній групі, довільний. Обслуговування відбувається згідно з експоненціальним розподілом. Число місць очікування і час очікування для заявок, які стоять в черзі, вважаються необмеженими.

Відомо, що в багатьох реальних СМО (економічних, технічних) помітну роль відіграють нестационарні явища. У цьому випадку інтенсивність вхідного потоку заявок та інтенсивність обслуговування є функціями часу, часто періодичними. Наприклад, інтенсивність потоків пасажирів, вантажів, заявок на ремонтні роботи змінюються протягом доби, в залежності від сезону і т. д. У пропонованій математичній моделі і інтенсивність надходження заявок, і інтенсивність обслуговування є функціями часу.

Стани даної СМО в кожен момент часу описуються двовимірним марковським процесом, одна компонента якого співпадає з кількістю заявок в системі (в черзі і на обслуговуванні), друга компонента – з величиною прибутку, одержуваного в процесі обслуговування заявок до цього моменту. Ймовірностям станів системи були поставлені у відповідність інтегральні перетворення, які визначаються з системи інтегральних рівнянь типу Вольтерра другого роду. Для безпосереднього обчислення ймовірностей станів процесу, що описує функціонування СМО, використані чисельні методи. Побудований алгоритм дозволяє на заданому відрізку часу з наперед заданою точністю обчислювати ймовірності станів, які є найбільш інформативними характеристиками системи і можуть бути використані для знаходження інших важливих характеристик роботи системи.

## Поиск оптимальной архитектуры сверточной нейронной сети с использованием генетических алгоритмов

Радюк П. М., Хмельницкий национальный университет, Украина

За последние десятилетия сверточные нейронные сети продемонстрировали большой успех в решении задач обнаружения объектов, классификации и сегментации изображений. Однако, разработка архитектуры нейронной сети для конкретной задачи или набора данных требует от инженеров большого объема знаний и исследовательского опыта. Поэтому в последнее время популярным становится автоматический подбор сетевых архитектур, осуществимый благодаря внедрению алгоритмов оптимизации архитектуры и гиперпараметров нейронных сетей. Хотя за последние годы научное сообщество предложило множество решений для автоматического поиска нейросетевых архитектур, вопрос о нахождении оптимальной архитектуры сверточной нейронной сети на произвольном наборе данных все еще открыт.

В общем случае, в основе алгоритмов поиска лежит контроллер рекуррентной нейронной сети. Контроллер обучается генерировать архитектуру сети-кандидата, которая затем обучается сходиться к определенным показателям. После завершения обучения измеряется производительность обученной сетевой архитектуры для требуемой задачи или набора данных. Затем контроллер принимает показатель производительности в качестве сигнала о нахождении лучшей архитектуры. Обычно этот процесс повторяется в течение большого количества итераций, которые потребляют много вычислительных ресурсов. Кроме того, контроллер может завершить работу найдя локальный оптимум, не достигнув таким образом глобальной цели поиска лучшей архитектуры на заданном наборе данных. В этом докладе предлагается метод, основанный на генетическом алгоритме, который позволяет найти оптимальную нейросетевую архитектуру.

Генетический алгоритм – это метод поиска, основанный на естественном отборе и генетике. Генетические алгоритмы построены на четырех ключевых компонентах: отбор, скрещивание, мутация и замена. Все операции выполняются в кодировке пространства поиска, называемого «хромосома», где каждое значение в хромосоме называется «генотипом», а конкретное решение – «индивидом». Другой ключевой концепцией генетических алгоритмов является «популяция», которая используется для генерации новых возможных решений. На каждой итерации создается новое поколение с использованием трехэтапного выбора, скрещивания и процесса мутации.

Основная идея метода – это сочетание эффективного поиска нейронных сетей с эволюционным поиском. Метод использует пространственный поиск, представляющий ячейку свертки в виде ориентированного ациклического графа со списком целых чисел фиксированной длины, которые используются для описания структуры графа. Каждый узел графа представляет операции, а ребра – тензоры. Кроме того, предложенный метод использует распределение весов по всем дочерним сетям с целью сократить время поиска оптимальной архитектуры свертки.

Генетический алгоритм интегрирован в стохастический градиентный спуск, который использует распределение весов по всей сетевой архитектуре. Для генетического алгоритма были определены все компоненты поиска: отбор, скрещивание, мутация и замена. Представленный метод показал хорошие результаты в задаче классификации изображений на современных наборах данных валидации CIFAR-10, CIFAR-100 и ImageNet, с конечной точностью 91.5%, 78.3% и 70.8%, соответственно. Основной вклад работы – интеграция генетического алгоритма в процесс поиска оптимальной архитектуры нейронной сети с использованием распределения весов для всех дочерних сетей с начала обучения модели.

## **Рішення з розпізнавання номерів залізничних вагонів на базі штучних нейронних мереж**

Решетняк Р. С., Устенко А. Б., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна

Задача створення економічного рішення із автоматизованого зчитування номерів залізничних вагонів лишається актуальною. Існуючі комплекси хоч і забезпечують досить високу надійність розпізнавання, разом з тим є досить дорогими, що обмежує їх масове впровадження. Використання новітніх технологій розпізнавання, а також доступність технічних елементів (зокрема відеокамер) дає надію на створення недорогого апаратно-програмного комплексу, який можна було б використовувати на залізничних станціях магістрального транспорту та промислових підприємств України.

Автори пішли шляхом створення та дослідження рішення з розпізнавання номерів вагонів на базі штучних нейронних мереж. На першому етапі були одержані досить обнадійливі результати щодо розпізнавання окремих цифр на фоні борту вагонів з використанням нейронної мережі на ресурсі Google Tensorflow. Однак надалі виявилось, що досить значні складнощі пов'язані із попередньою обробкою одержаного відео поїздів зокрема для локалізації номерів на борту вагонів. Далі наведено огляд досліджень, які виконувались за рядом напрямків.

Важливою та непростою задачею виявився вибір та адаптація алгоритму локалізації номерів вагонів. Зокрема були досліджені алгоритм: “Вікна, що ковзає” ; сегментація FloodFill; сегментація GrabCut; сегментація SelectiveSearch. За результатами аналізу та програмних експериментів було обрано алгоритм SelectiveSearch, чиєю перевагою є паралельне визначення значної кількості регіонів, для яких доцільний наступний аналіз. Однак ресурсоемність стандартної версії алгоритму є надмірною для наших технічних обмежень. Зараз дослідження тривають в напрямку його додаткової адаптації. Зокрема це обмеження розмірів регіонів та попереднє виключення з аналізу певних зон зображення (наприклад, простору під вагоном). Радикальним способом збільшення продуктивності алгоритму SelectiveSearch (приблизно на два порядки) є його перекодування для виконання засобами CPU замість графічних процесорів відеокарти.

В ході розробки були виявлені та реалізовані додаткові окремі рішення щодо збільшення продуктивності попередньої обробки відео. Зокрема було виявлена необхідність додаткового налаштування параметрів MPEG (збільшення частоти використання опорних кадрів), а також проблема чутливості нейромереж до шуму, який створює розкодування кадрів JPEG (неоднозначність вноситься операціями із плаваючою комою при розкодуванні). В останньому випадку за результатами співставлення різних варіантів рішення було використано попереднє перекодування в формат PNG. Усунення додаткового шуму дозволило підняти поріг розпізнавання цифр на фоні борту вагону приблизно на 30%.

Також окремим напрямком удосконалення розпізнавання стало використання доступної збиткової інформації. Зокрема, наявність контрольного знаку у вісьмозначних номерах вагонів дозволило реалізувати додатковий алгоритм підбора цифри із низьким порогом розпізнавання. Крім того наявність електронних документів на поїзди дозволяє в ряді випадків порівнювати номери, що розпізнаються, із існуючим списком номерів вагонів. В такому випадку розпізнавання може виконуватись навіть по чотирьох знаках із восьми.

В цілому поступове удосконалення алгоритму та ПЗ, що створюються, дають надію на їх майбутнє впровадження.



## Особенности построения и международного взаимодействия отраслевых торговых площадок

Oleksei Satsuta, Slovakia, u42.spot.s.r.o

Якунин А.А., Корпорация «Промтелеком», Украина

Торговля обычно трактуется в широком плане. Это заказ самой продукции, её производство, оплата, грузовые перевозки, контроль отдельных этапов логистики и пр. С помощью стандартного описания любого документа, можно формализовать его в электронную форму и передать через Internet без опасения перехвата другими сторонами конфиденциальной информации. Составленные на русском или украинском языке документы будут автоматически транслированы и доставлены зарубежному партнёру на соответствующем европейском или азиатском языке.

Базовой технологией, в этом плане, является система EDI FACT, которая позволяет структурировать и идентифицировать информацию, осуществлять передачу, семантическую обработку между различными пользователями вне зависимости от их национальной принадлежности. EDI FACT (Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport) – это стандарт электронного обмена данными в областях управления (администрирования), торговли и транспорта. Данный стандарт создан, непрерывно развивается и поддерживается специальной рабочей группой (workingparty 4) при Организации Объединённых Наций (ООН). Имеется специальная рекомендация №25 ЕЭК ООН, определяющая область и условия применения EDI FACT. В соответствии с этой рекомендацией считается целесообразным, чтобы национальные правительства инициировали, поддержали и поощряли соответствующие меры по использованию стандарта EDI FACT для международных операций.

Предлагается создание отраслевой площадки, которая позволит проводить торговые мероприятия в электронной форме в том числе создавать открытые конкурсы, агрегировать заявки на участие среди игроков региональных площадок, оценивать логистические издержки, а так же получать консультации по юридическому обслуживанию и валютным рискам сделки.

Целесообразно говорить о своеобразной инфраструктуре отраслевой электронной площадки и её взаимодействии с поставщиками и потребителями.

Такая инфраструктура включает в себя:

1. Группу предприятий и организаций, участвующих в подготовке, заключении и реализации сделки. Это не только продавец и покупатель, но также транспортно-экспедиционные фирмы, страховые компании, банки, таможенные организации и др. Они должны быть аккредитованы на площадке с возможностью непосредственного доступа к ним со стороны продавцов и покупателей.

2. Технологию взаимодействия покупатель-продавец, а также функциональных вспомогательных структур, участвующих в сделке. Немаловажное значение имеет логистика осуществления операционных процедур в процессе подготовки, заключения и реализации сделки.

3. Программно-техническую среду электронной торговли (средства электронного обмена данными, сбора, обработки, накопления, поиска, предоставления производственно-коммерческой информации и т.д.).

4. Телекоммуникационную инфраструктуру взаимодействия потребителей и поставщиков металлопродукции.

5. Систему безопасности и надёжности функционирования программно - технического комплекса.

Относительно взаимодействия покупателя и продавца, на наш взгляд это самая ответственная и самая сложная часть всей проблемы. Материализация технологий в систему программных и технических средств не представляет сегодня особых трудностей. А вот освоение организационных, законодательных положений, соответствующих стандартов взаимодействия – это задачи, которые предстоит настойчиво и последовательно решать, прежде всего, через обучение, с представителями бизнеса.

## Моделирование движения грузового поезда в режиме электрического торможения с помощью программного пакета MSC.ADAMS

Сахаров П. А., Белорусский государственный университет транспорта, Беларусь

Движение поездов характеризуется распространением вдоль состава продольных сил, для уменьшения которых используются поглощающие аппараты. Они служат амортизаторами удара и гасителями упругих колебаний, появляющихся при переходных процессах. Именно при неустановившихся режимах движения в автосцепках поезда возникают наибольшие значения продольных сил, которые могут привести к выжиманию вагонов с рельсовой колеи (при сжатии), их выдергиванию или разрыву автосцепок (при растяжении). Продольная динамика поезда при электрическом торможении локомотива ранее не вызывала особого интереса исследователей, так как возникающие при переходном процессе силы достаточно предсказуемы и менее опасны, чем силы при трогании поезда с места или при пневматическом торможении. Однако, увеличение массы и длины состава может привести к существенному их росту и снижению устойчивости движения вагонов, особенно порожних. Поскольку общей тенденцией в настоящее время является ведение тяжеловесных поездов, изучение данного вопроса обретает особую актуальность.

Развитие вычислительных технологий делает более доступным изучение сложных механических систем, таких как поезд. Увеличение вычислительных мощностей позволяет оценить динамику поезда на более углубленном уровне, произвести более точные и сложные вычисления, определить ранее не изученные аспекты его движения. Цель работы – реализация математической модели движения поезда в программном пакете виртуального моделирования MSC.ADAMS, оценка продольных сил при переходных процессах, вызванных электрическим торможением, и выработка рекомендации по их снижению.

На начальном этапе составлена компьютерная модель движения поезда в программе MSC.ADAMS, проведено тестирование и отладка, проверена адекватность ее работы.

На следующем этапе с помощью имитационного моделирования исследовано движение однородного грузового поезда по прямому горизонтальному участку пути в режиме электрического торможения при различных значениях жесткости межвагонных соединений. В расчетах приняты следующие исходные данные: масса состава 8000 т (100 вагонов по 80 т); начальная скорость 80 км/ч; значение тормозной силы 300 кН (плавное увеличение от 0 до 300 кН в течение 15 с); коэффициент жесткости амортизаторов от 1 до 100 МН/м; зазоры в автосцепках отсутствуют.

Результаты моделирования показали, что величина максимальных продольных сил в поезде превышает тормозную силу незначительно (не более чем на 4 кН) независимо от жесткости упругого элемента межвагонного соединения. Прослеживается четкая зависимость распределения сил по длине состава. При коэффициенте жесткости 1 МН/м продольная сила 300 кН (длительностью действия более 2 с) возникает в автосцепках первых 70 вагонов. При увеличении жесткости количество связей с такой силой снижается до 55, 39, 15 при коэффициентах жесткости 2,5, 5, 10 МН/м соответственно. При 14250 кН/м упругие продольные колебания в поезде в период торможения практически не возникают.

Анализ результатов показал, что амплитуда колебаний продольных сил в поезде при электрическом торможении однородного состава с упруго-вязкими связями зависит не столько от жесткости поглощающих аппаратов, сколько от времени плавного нарастания тормозной силы. Минимально возможные силы, с линейным распределением по длине состава, возникают в том случае, когда длительность увеличения тормозной силы кратна периоду собственных упругих продольных колебаний в поезде, зависящему от жесткости.

Таким образом, с помощью компьютерного моделирования определены условия возникновения минимальных продольных сил в поезде при электрическом торможении, которые следует учитывать, как при ручном управлении, так и при автоведении поездов.

## Застосування оптоволоконні лінії зв'язку на залізницях

Сердюк Т. М., Говоруха Д.О, Давидюк Д.О., Сердюк К.М., Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна

Костровський В.А., ООО «Централізація», Росія

Збій пристроїв СЦБ є одним з головних чинників в інцидентах із затримкою руху поїздів. Мідні кабелі з'єднують використовують для електроживлення і функціонування пристроїв сигналізації, централізації та зв'язку. На них впливають шкідливі фактори: короткі замикання, старіння та руйнування ізоляції, потрапляння води, корозія.

Правильно спроектовані і встановлені волоконно-оптичні лінії зв'язку (ВОЛЗ) істотно зменшують ці проблеми. Оптичне волокно має найвищу пропускну здатність серед усіх існуючих засобів зв'язку, мова йде про десятки і сотні гігабіт на секунду. Але звичайно найголовнішою перевагою в умовах використання на залізницях є висока захищеність від міжволоконних впливів – рівень екранування випромінювання оптоволоконного кабелю більше 100 дБ, високий захист інформації. Втрати в многомодовому оптоволоконні становлять 3,5 дБ / км, а в одномодовому оптоволоконні і ще менше, не більше 0,3 дБ / км при довжині хвилі 1550 нм. Такі характеристики дозволяють монтувати ділянки ліній зв'язку до 50...100 км без ретрансляції. Втрати в мідному кабелі на кілька порядків більше і складають для мідних кабелів категорії 5 близько 20 дБ на 100 метрів. Пропускна спроможність оптичних каналів на порядки вище ніж у інформаційних ліній на основі мідного кабелю. Крім того ВОЛЗ несприйнятливі до електромагнітних полів, що знімає деякі типові проблеми мідних систем зв'язку. Оптичні мережі здатні передавати сигнал на великі відстані з найменшими втратами. Незважаючи на те, що ця технологія все ще залишається дорогою, ціни на оптичні компоненти постійно падають, в той час як можливості мідних ліній наближаються до своїх граничних значень.

На залізниці оптоволоконні лінії зв'язку можна прокладають двома способами:

- прокладка кабелю в пластмасовій трубі. Для прокладки таким методом використовуються спеціальні механізми, машинки для задування кабелю. Кабель прокладається по повітрю, на опорах.

- прокладка трубок. Для будівництва кабельної лінії залізничної зв'язку застосовуються спеціальні трубки різних фірм з матеріалів високої міцності. Трубки з середини повинні бути гладкими, мати низький опір, низьке тертя.

В даний час мікропроцесорні і релейно-процесорні системи централізації стрілок і сигналів (МПЦ і РПЦ) знайшли впровадження на 30 станціях України, при загальній кількості 1614. Таким чином, всього близько 2% залізничних станцій України обладнано системами централізації нового покоління. У той час як в Росії їх число становить 6,7%. Видатними вітчизняними виробниками нових про-граммно-апаратних рішень є ТОВ НВП «Желдоравтоматика» і «СтальЕнерго» (м. Харків), МПО «Імпульс» (м. Северодонецьк), ТОВ «Антрон». На залізничних станціях «Красноград», «Полтава» Південної залізниці для досвідченої експлуатації були впроваджені РПЦ, розроблені ВАТ «Радіоавіоніка» (м. Санкт-Петербург), на ділянці «Лозова - Красноград» МПЦ Ebilock-950 (Швеція).

На Придніпровській залізниці зараз ведеться впровадження мікропроцесорної централізації «Імпульс» з організацією цифрового радіозв'язку типу GSM-R та DMR. Переваги МПЦ і РПЦ в порівнянні з релейними системами ЕЦ є: накопичення задаються маршрутів і автоматичний вибір траси маршруту; автоматична установка маршрутів відповідно до поточним часом і графіком руху поїздів; автоматична реєстрація дій оператора і зберігання їх в пам'яті ЕОМ; автоматичне протоколювання (функції «чорного ящика»); оперативне надавати пріоритет-ня нормативно-довідкової інформації; реалізації функцій лінійного пункту диспетчерской централізації, перегляд і статистична обробка відмов.

## **Використання альтернативних джерел енергії в пристроях залізничної автоматики**

Сердюк К.М., Квацало О. Ю., Мацкевич С.С., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, Україна

Покотілов Д. Я., Університет Твенті, Нідерланди

Пошук альтернативних джерел живлення є досить актуальною задачею і відповідає Енергетичній стратегії України 2035. Електрична енергія від альтернативних джерел має меншу вартість у порівнянні з видобутою на електричних станціях.

Використання альтернативних джерел енергії має особливості, зокрема зумовлені природними умовами, а саме: залежність від атмосферних та інших умов довкілля (наприклад, наявність місцевості з сильними вітрами); наявність водних ресурсів річок і геотермальних джерел та свердловин, придатних для виробництва та використання геотермальної енергії; біомаси, кількість якої залежить від обсягів щорічних урожаїв; теплові викиди, обсяги яких залежать від функціонування підприємств промисловості; періодичність природних циклів, внаслідок чого виникає незбалансованість виробництва енергії; необхідність узгодження та збалансування періодичності передачі обсягів енергії, виробленої з альтернативних джерел, зокрема передачі електричної енергії в об'єднану енергетичну систему України.

Найбільш дешевим джерелом із основних джерел електричної енергії є атомні і гідроелектростанції. В Україні налічується аж 19 гідроакумуючих і гідроелектростанцій (ГЕС) і 4 атомних електростанцій (АЕС). ГЕС виробляють приблизно 6 % всієї енергії в Україні. Атомні електростанції виробляють близько 50 % всієї електроенергії.

Зараз широке розповсюдження знайшли так звані «зелені тарифи», завдяки впровадженню сонячних батарей на дахах будинків і вільних площах. Сонячна енергетика використовує поновлюване джерело енергії, є екологічно чистою і економічною. В умовах залізничної автоматики перспективним є впровадження сонячних батарей на переїздах. Акумуляторні батареї (АБ) забезпечують роботу електроприводів автошлагбаумів і резервування вогнів переїзних світлофорів при відключенні змінного струму. Для пристроїв переїзної сигналізації з автошлагбаумами використовуються АБ на 28 В, без автошлагбауму – на 14 В. Потужність пристроїв переїзної сигналізації з автошлагбаумом визначається потужністю двигуна постійного струму типу СЛ-571к, яка складає 95 Вт, або двигуна змінного струму типу АІР56В4Б 18 Вт та двох лампочок світлофору типу ЖС-12 30 Вт. Таким чином, необхідно передбачити резервування навантаження потужністю 125 або 48 Вт. Двигуни типу СЛ-571к є застарілими. Потужність пристроїв переїзної сигналізації без автошлагбауму враховує потужність двох ламп переїзної сигналізації і дзвінка при напрузі живлення 24 В – 9,6 Вт і при 12 В – 4,8 Вт. Отже потужність, яку необхідно резервувати, 40 або 35 Вт.

При розрахунках потужності сонячних панелей одним з найважливіших факторів є рівень інсоляції місцевості. Найбільший рівень інсоляції у центральній та південній Україні, тому найбільш вигідно буде використовувати запропонований спосіб резервування електроживлення на перегонах саме цієї місцевості. Кращим вибором фотоелемента такої панелі буде монокристалічний тип, оскільки він має більшу потужність на одиницю площі ніж полікристалічний, але є дорожчим. Так, полікристалічні сонячні батареї коштують 0,32...0,42 \$/Вт, а монокристалічні – 0,5...0,6 \$/Вт. Не менш важливим є температурний коефіцієнт потужності – зменшення потужності, при збільшенні температури навколишнього середовища. Він сильно залежить від якості фотоперетворювачів. На даний момент деякі панелі мають термін експлуатації до двадцяти років, за цей час вони встигнуть себе окупити і навіть принести прибуток.

## **Квази-оптимальное управление двигателями постоянного тока малой мощности**

Сердюк Т.Н., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина

Трипутень Н. М., Днепропетровская политехника, Украина

Кузнецов В. В., Национальная металлургическая академия Украины, Украина

Трипутень М. Н., Кузнецова А.В., Днепропетровский национальный университет имени Олеса Гончара, Украина

Покотилов Д. Я., Университет Твенте, Нидерланды

Оптимальное управление в реальном времени динамическими объектами на основе принципа максимума Понтрягина предполагает множественные решения системы трансцендентных уравнений, что практически невозможно для программных и логических контроллеров, используемых в системах автоматизации на более низком уровне управления, и приводит к усложнению структур управления. Получение простых функциональных зависимостей оптимальных управляющих переменных от заданных показателей качества управления позволит решить эту проблему.

Выполнены расчеты передаточной функции двигателя малой мощности ДПМ-30-Н1-0.2. Получена трансцендентная система уравнений для определения длительности первого контрольного интервала с квазиоптимальным управлением микромотора, установлена линейная зависимость между первым контрольным интервалом и значением превышения.

В общем случае задача оптимального управления скоростью с использованием принципа максимума Понтрягина при установившихся процессах формулируется следующим образом. Объект управления должен быть переведен из исходного состояния в конечное за минимальное время, используя закон управления реле с максимальными и минимальными значениями управляющих воздействий  $U_{max}$  и  $U_{min}$  соответственно. Двигатель малой мощности описывается динамическим уравнением второго порядка, и для его управления, согласно теореме  $n$ -интервалов, достаточно двух интервалов управления (одно переключение управления). Более того, при управлении микромотором без изменения полярности  $U_{min}=0$ .

В отличие от известных методов «сшивания» решений и фазовых траекторий в сочетании с вычислительными алгоритмами, этот подход позволяет упростить анализ влияния выброса на первый интервал управления и может быть использован в инженерном методе для синтеза скоростного квазиоптимального управления.

Оптимальная длительность первого интервала управления двигателем постоянного тока с независимым возбуждением может быть рассчитана с использованием линейной модели и реализована на программируемом логическом контроллере без усложнения системы управления. На основе линейной модели требования к скорости привода (релейного элемента) сформулированы с учетом ограничения на величину перерегулирования в открытой квазиоптимальной системе автоматического управления. Правильность результатов, полученных в ходе теоретических и вычислительных исследований, подтверждена на лабораторном стенде для физического моделирования цифровых систем управления. Стенд содержит малогабаритные электрические машины и полупроводниковые преобразователи, датчики для измерения и контроля электрических и механических параметров, имеет разъем для доступа к дискретным системам (ЦАП / АЦП) управления электроприводами и через интерфейс USB подключается к персональному компьютеру. Функциональные возможности стенда позволяют получать экспериментальные данные, а также исследовать различные режимы работы двигателей, в частности, оптимальные системы управления с использованием подсистемы нелинейного управления Design Blockset.

## Моделирование динамики гетерогенных групп с логистической функцией

Сердюк Т. Н., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина

Кузенков А. А., Трипутень М. Н., Кузнецова А. В., Днепропетровский национальный университет имени Олеса Гончара, Украина

Трипутень Н. М., Днепропетровская политехника, Украина

Кузнецов В. В., Кузнецова Е. В. Национальная металлургическая академия Украины, Украина

Покотилов Д. Я., Университет Твенте, Нидерланды

Проблема математического моделирования динамики гетерогенных групп с логистической функцией в качестве основной является достаточно актуальной. Совместное использование математических моделей биологических систем и компьютерного моделирования позволяет минимизировать время и экономить материальные ресурсы при определении общих тенденций развития субпопуляции; и прогнозировать состояние системы, а также возможные последствия искусственного вмешательства в окружающую среду. Это касается, например, прогнозирования генетических отклонений. Предлагается модель динамики развития популяции, состоящей из  $n$  подгрупп населения. Модель представлена в виде дифференциальных уравнений с коэффициентами перехода в их правой части для двух популяций. Коэффициенты перехода отражают долю видов, попадающих из  $i$ -й подгруппы в  $j$ -ю. Предлагаемая система не является Вольтерровской, поскольку ее фазовые траектории могут пересекать оси координат. Доказано, что система дифференциальных уравнений вырождается в окрестности точек равновесия. Анализ системы дифференциальных уравнений при  $n = 2$  продемонстрировал возможность трех бифуркаций. Доказано, что для  $n = 3$  возможны девять типов бифуркаций. Численные компьютерные эксперименты показали, что предложенная модель устойчива по отношению к возмущению ее коэффициентов, а полученные характеристики вырожденной системы близки к реальным.

Компьютерное моделирование демонстрирует значительную стабильность системы. Для вырожденных систем дискретизация может привести к траекториям пробоя, а поведение системы может претерпеть качественные изменения. Полученная система уравнений также устойчива к таким помехам.

Были получены такие результаты моделирования. Случай 1. Начало координат является неустойчивым узлом, все точки прямой являются притягивающими. Такое поведение характерно для системы в обычных условиях, когда две субпопуляции, развиваясь, дополняют друг друга в определенной части своих потомков и увеличивают тем самым системную биомассу популяции. При достижении общей численностью особей максимально допустимого предела прирост субпопуляций прекращается.

В вырожденном случае 2 все фазовые траектории являются прямыми, нулевая точка равновесия практически исчезает, линия  $x_1+x_2=K$ , как и раньше, является аттрактором. Данный случай является реалистичным с практической точки зрения, ведь при условии, что первая субпопуляция имеет нулевой коэффициент репродуктивного потенциала, ее особи появляются только благодаря приросту второй субпопуляции.

В случае 3 начало координат является седлом. Часть точек на прямой  $x_1+x_2=K$  является отталкивающими; часть траекторий стремится к бесконечности, хотя в окрестности начала координат, где сосредоточены реалистичные значения начальной численности субпопуляций. Система является неустойчивой. Такой «сценарий» распространен. При упадке одной субпопуляции она может содержать достаточный уровень своей численности благодаря субпопуляции развивающейся.

## Використання IGBT транзисторів в схемах керування швидкістю обертання ротору електродвигунів

Сердюк Т.М., Рябова Л. Ю., Петровський О. С., Єрешко Д. С., Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. академіка В.Лазаряна, Україна

Покотілов Д. Я., Університет Твенті, Нідерланди

В даний час широку популярність знайшли IGBT транзистори. Якщо розшифрувати цю аббревіатуру з англійської мови, то це біполярний транзистор з ізольованим затвором. Він застосовується у вигляді електронного потужного ключа в системах управління приводами механізмів і в джерелах живлення. За швидкодією вони значно перевершують біполярні транзистори. Найчастіше IGBT транзистори використовують у якості потужних ключів, у яких час включення 0,2...0,4 мкс, а час виключення 0,2...1,5 мкс, комутовані напруги досягають 3,5 кВ, а струми 1200 А. При подачі напруги позитивного потенціалу між витоком і затвором польовий транзистор відкривається, з'являється n-канал між стоком і витоком, починається рух заряджених електронів з n- в p-область, внаслідок чого біполярний транзистор відкривається і через нього протікає електричний струм.

Особливе місце в системах автоматичного управління на основі векторного способу управління асинхронним двигуном, займають схеми з прямим управлінням моменту. Такі системи звуться DIRECT TORQUE CONTROL (DTC). Найбільш поширення широке розповсюдження знайшли електроприводи типу ACS 600, ACS 800 і ACS 1000, ACS 2000 фірми АВВ. Вони забезпечують точне регулювання моменту при низьких частотах, включаючи і нульову швидкість, підтримують кутову швидкість на рівні 10 % плинну без використання датчика частоти обертання і 0,01% – з використанням датчика.

Системи DTC мають ряд характерних ознак, які різко відрізняють їх від інших систем на основі векторного управління: наявність в системі релейних гістерезисних регуляторів магнітного потоку статора і електромагнітного моменту АД; наявність в системі електронної моделі двигуна для обчислення керованих координат (потокосцеплення статора двигуна, електромагнітного моменту двигуна, а також частоти обертання ротора двигуна для бездатчикових систем); наявність табличного (матричного) обчислювача відносного вектора напруги двигуна; відсутність в явній вираженій формі регуляторів статора двигуна; наявність ідентифікатора фазового сектора, в якому в поточний момент часу знаходиться вектор потокосцеплення статора двигуна; відсутність програмної широтно-імпульсної модуляції вихідної напруги перетворювача частоти.

Найбільш важливим завданням для системи DTC – управління є оцінка потокосцеплення статора двигуна. Саме її точність визначає як працездатність системи, так і якість регулювання. Тому темою науково-дослідної роботи стало розробка лабораторного стенду для управління швидкістю обертання ротору асинхронного двигуна на базі програмного пакету PROTEUS.

В лабораторному стенді, що імітує роботу електроприводу з перетворювачами частоти ACS 2000, було досліджено закони зміни управління в залежності від розв'язуваної задачі, реалізуються закони частотного і розривного керування режимами роботи двигуна. Основною відмінністю систем DTC-управління є те, що в системі DTC кожне перемикання силового транзисторного ключа інвертора визначається релейним регулятором із зоною нечутливості, виходячи з поточних значень магнітного потоку і обертого моменту.

Для вихідної оцінки параметрів асинхронного двигуна запропоновано використовувати режим попередньої ідентифікації, в ході якого визначаються активні опори й індуктивності обмоток двигуна. Метод заснований на підключенні обмоток до джерела постійного струму і не вимагає відключення двигуна від механізму.

## **Стратегія розвитку залізничного транспорту. Модернізація систем залізничної автоматики та зв'язку України**

Сердюк Т. Н., Чепурний А. М., Логвінова В. О., Модліцький В. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна, Україна

Гнедець О. П., Служба сигналізації і зв'язку регіональної філії «Придніпровська залізниця», АТ «Укрзалізниця», Україна

Мауро Фелізіані, Університет Л'Аквили, Італія

ПАТ «Укрзалізниця» є провідною галуззю в дорожньо-транспортному комплексі країни. Він здійснює 65 % вантажних і 35 % пасажирських перевезень від усіх видів транспорту. Вона регулює виробничо-господарську діяльність шести залізниць України: Придніпровської, Львівської, Одеської, Південної, Південно-Західної та Донецької. Пропускна спроможність окремих дільниць та напрямків залізниць знаходиться на критичній межі. Кабінет Міністрів України від 12 червня 2019 р. затвердив стратегію ПАТ Укрзалізниця на 2019-2023 рр. За обсягами вантажних перевезень Укрзалізниця займає четверте місце в Євразії, поступаючись Китаю, Росії та Індії. У компанії працює 260500 співробітників, це 1,6 % від усіх працюючих в Україні. Укрзалізниця забезпечує 2,6% ВВП. Відновлено деякі залізничні сполучення з Донецькою і Луганською областями. Це дозволило збільшити обсяг перевезень. Покращення техніко-експлуатаційних можливостей об'єктів інфраструктури необхідно провести їх технічне переоснащення та модернізацію. Електрифікацію дільниць, які наново будуються, планується здійснювати змінним струмом 25 кВ як найбільш економічно доцільною.

В Україні пристроями електричної централізації (ЕЦ) обладнано 1326 станцій з 31339 стрілками, з них зношеними є 86,9 % обладнання ЕЦ. Пристроями автоблокування обладнано 12244 км, знос яких складає 86,1 %. На реновацію пристроїв залізничної автоматики необхідно виділити: 68,1 млрд. грн. для заміни пристроїв ЕЦ станцій і 23,2 млрд. грн. для заміни пристроїв автоблокування.

Модернізація пристроїв автоматики і телемеханіки ділянки залізниць на базі мікропроцесорних технологічних засобів відіграє важливу роль у виході українських залізниць на новий, більш сучасний рівень. Застосування даних систем дозволяє значно спростити роботу працівників залізниць та покращити умови забезпечення безпеки на залізниці. Мікропроцесорні системи кодового управління об'єктами є потужним засобом підвищення ефективності роботи залізничного транспорту.

Переобладнання станцій системами мікропроцесорної централізації (МПЦ) є найбільш економічно доцільними, оскільки крім інших переваг дозволяють зменшити габарити, вагу і споживання електроенергії. Так на Придніпровській залізниці в дистанції ШЧ-5 виконано переобладнання станції з релейної на МПЦ «Імпульс» в 2019 р. Впровадження МПЦ дозволяє скоротити чисельність обслуговуючого персоналу, а саме чергових по станції, роз'їздах, блокпостах шляхом передачі їхніх функцій керування й контролю персоналу сусідніх станцій або опорній.

Пріоритетним підходом до оновлення пристроїв автоблокування є заміна зношених систем АБ на сучасні мікропроцесорні системи автоблокування з тональними рейковими колами бажано мікропроцесорними і централізованим розміщенням обладнання, яке буде інтегровано в мікропроцесорні системи ЕЦ. Пропонується впроваджувати такі сучасні системи автоблокування: МАБ-У ПрАТ «СНВО «Імпульс», м. Северодонецьк, АБТЦ-Е – тов. «Бомбардир ТРАНСПОРТЕЙШН УКРАЇНА», м. Харків; ЕАБТ-УА – ТОВ «БЕТАМОНД - ЕС ІМПОРТ» (ЕС). Тобто постійне поновлення сучасних засобів автоматики і телемеханіки дозволяє не лише скоротити і покращити умови праці усіх залізничників й знизити витрати на електричну енергію, але й вийти на новий рівень обслуговування та виконання усіх поточних операцій, які пов'язані з рухом поїздів.



## Дослідження ефективності паралельного мурашиного алгоритму на прикладі вирішення задачі комівояжера

Сизько В.А., Бабенко М.В., Дніпровський державний технічний університет, Україна

Дослідження ефективності стохастичних алгоритмів, що працюють одночасно з великою кількістю поточних рішень при вирішенні задач оптимізації, є актуальною науковою проблемою сучасності. При виконанні цих досліджень зручно використовувати оптимізаційну задачу, яка часто виникає на практиці, а саме задачу комівояжера. Задача комівояжера являє собою одну з найвідоміших задач комбінаторної оптимізації, метою якого є пошук найвигіднішого шляху між містами, з кінцевим поверненням у початкове місто, причому, зазвичай вказується, що кожне місто повинно бути пройдено лише один раз, тоді вибір відбувається серед гамільтонових циклів. В умовах задачі визначаються матриці відстаней, критерії вигідності маршруту, матриці вартостей і тому подібне. Одним з ефективних поліноміальних алгоритмів для знаходження розв'язку задачі комівояжера є використання мурашиного алгоритму. Суть алгоритму ґрунтується на принципах поведінки мурашиної колонії та мурах, що шукають найкоротший шлях до їжі. Тобто заснований на імітації поведінки мурах в природі. Майже сліпі тварини, такі як мурахи, справляються із завданням відшукання найкоротшого шляху від гнізда до джерела їжі і назад. Для обміну інформацією вони використовують слід ферменту, що залишається на шляху. Мураха з більшою ймовірністю вибирає той шлях, на якому більша кількість ферменту. Для можливості вирішення проблеми зазвичай використовується представлення у вигляді графу.

Алгоритм показує свою працездатність і хорошу надійність при достатній кількості ресурсів. Але необхідну кількість ресурсів, та, відповідно, і час роботи, швидко зростає зі збільшенням розмірності задачі. Для вирішення цієї проблеми використовується розпаралелювання алгоритму. Також воно застосовується для зниження передчасної збіжності до локального оптимуму, стимуляції різноманітності і пошуку альтернативних рішень тієї ж проблеми.

Авторами розроблено програмне забезпечення, де на кожному ядрі процесора комп'ютера розвивається власна незалежна колонія мурашок, яка обмінюється з іншими кращими індивідами через певну кількість поколінь. Топологія їх взаємодії має вигляд кліки («кожен з кожним»). За допомогою програми паралельного мурашиного алгоритму на тестовій задачі (решітка 5 на 5 міст) була досліджена його надійність при різних настройках параметрів і при різній кількості ядер.

Можна зробити висновок, що при збільшенні кількості ядер, тобто окремих популяцій, якісно робота мурашиного алгоритму майже не змінюється, хоча і спостерігається деяке погіршення надійності для окремих налаштувань. В той же час, істотно підвищується швидкість роботи. Так, при одному ядрі один прогін займає близько 0.55 секунди, при двох ядрах це займає близько 0.27 секунди, а при чотирьох – близько 0.16. Тобто розпаралелювання мурашиного алгоритму дозволяє істотно знизити час виконання програми, не погіршуючи надійності.

Мурашиний алгоритм застосовується для вирішення складних комплексних задач оптимізації, а типовими сферами, де можна застосувати цей алгоритм, є задача календарного планування, розподіл ресурсів та робіт, задача маршрутизації транспорту і таке інше, тому підвищення ефективності розрахунків за цим алгоритмом є досить актуальним.

## Застосування клітинно-автоматного підходу для опису систем із розподіленими параметрами

Селівьорстова Т.В., Лукомський Є.В., Біган О.В., Дібровін Д.І., Національна металургійна академія України

Людина щодня і повсюдно зустрічається з розподіленими динамічними системами. До них можна віднести популяції тварин і комах, саме людське суспільство, складні хімічні, технологічні та геохімічні процеси і багато іншого. Зрозуміло, що бажано мати деякий універсальний інструмент, що дозволяє аналізувати і моделювати складне поведінку нелінійних динамічних систем. Клітинні автомати можуть претендувати на роль такого інструменту, основним призначенням якого є моделювання просторово розподілених динамічних систем з урахуванням внутрішніх збурень.

Клітинний автомат – дискретна математична модель, яка визначає сукупність та описується набором клітинок, що утворюють періодичну решітку, та заданими правилами переходу, що визначають стан клітини за теперішнім станом самої клітинки та тих її сусідів, що знаходяться від неї на певній відстані, яка не перевищує максимальну.

Поняття клітинних автоматів доволі обширне, тому можна знайти доволі багато різних визначень. Найпоширенішими є:

- математичний об'єкт із дискретним простором та часом;
- регулярна структура двійкових скінченних автоматів з однаковими правилами переходів, що виражені у вигляді булевих функцій від станів сусідніх автоматів;
- стилізовані, синтетичні світи, що визначені простими правилами, подібно правилам настільної гри;
- математична ідеалізація фізичної системи, в якій час та простір дискретні, а фізичні величини приймають скінченну множину значень.

Класичні клітинні автомати в загальному випадку відповідають наступним критеріям:

- зміна значень всіх клітинок відбуваються одночасно після обчислення нового стану кожної клітинки решітки. Інакше порядок перебору клітин решітки при проходженні ітеративного процесу суттєво впливав би на результат;
- решітка однорідна. Неможливо відрізнити жодні два місця на решітці по ландшафту. Однак на практиці решітка виявляється кінцевою множиною клітин (адже неможливо виділити необмежений об'єм даних). В результаті можуть мати місце крайові ефекти: клітини, що стоять на межах решітки будуть відрізнятися за кількістю сусідів. Щоб уникнути цього можна ввести періодичні крайові умови;
- взаємодії локальні. Лише околишні клітинки (як правило, сусідні) здатні вплинути на дану клітинку;
- множина станів клітинки кінцева. Ця умова потрібна, щоб для отримання нового значення стану клітини треба було виконати кінцеву кількість операцій (але це не заважає використовувати клітини для зберігання чисел із плаваючою комою для розв'язку прикладних задач).

В роботі було розроблено ряд програмних реалізацій, які наглядно демонструють особливості застосування клітинно-автоматного підходу для опису систем із розподіленими параметрами на прикладі процесів:

- утворення фрактальних кластерних дендритів;
- поширення пожежу всередині будівель;
- розповсюдження збурень в збудливих середовищах.

## Програмна реалізація та дослідження кооперативних відносин із застосуванням генетичних алгоритмів

Селівьорстова Т.В., Шабельников Б.Б., Національна металургійна академія України

Відомо, що одна із основних проблем теорії еволюції – проблема виникнення і еволюційної стійкості кооперативної поведінки.

Кооперативна поведінка тварин добре вписується в еволюційну теорію, якщо особи, що кооперуються, належать різним видам, і взаємини між ними носять характер симбіозу. Також кооперація також широко поширена і між особами одного виду, не дивлячись на те, що вони займають одну і ту ж екологічну нішу, отже конкуренція між ними максимальна.

Саме тому актуальною є задача опису кооперативних відносин засобами генетичних алгоритмів, з метою визначення сприйнятливих стратегій поведінки.

Основна причина переходу від понять індивідуальної до понять кооперативної поведінки гравців полягає в тому, що індивідуальна свобода вибору стратегій завдає шкоди суспільним інтересам.

Дилема ув'язненого є добре відомим прикладом такого протиріччя. Це найпростіший приклад суперечності між стабільністю та ефективністю, яке вважається основним спонукальним мотивом до кооперації.

Генетичний алгоритм Р. Аксельрода (Axelrod) для розробки стратегії дилеми ув'язнених працює в 4 стадії.

– Вибір початкової популяції. Кожному гравцеві присвоюється випадковим чином заповнена рядок із сімдесяти біт, що представляють стратегію.

– Тест кожного гравця, щоб визначити її ефективність. Кожен гравець використовує стратегію, записану в його хромосомі при грі з іншими гравцями. Бали гравця – сума всіх очок, отриманих у всіх іграх. Гравці з максимальною кількістю очок допускаються до подальшої гри.

– Вибір гравців для розмноження. Вибирають гравців з кількістю очок вище середнього і дозволяють їм паруватися. Гравцям із середньою кількістю очок дозволено одне спаровування, з окулярами вище середнього – два. Гравці з кількістю очок нижче середнього не паруються.

– Всі гравці, які отримали дозвіл на спаровування, випадковим чином схрещуються, від них виходить по два нащадка. Це робиться, використовуючи два генетичних оператора: кросовер і мутація.

Після цих чотирьох стадій ми отримуємо нову популяцію. Члени цієї популяції можуть бути дуже не схожі один на одного, але кількість очок у них буде приблизно однаковим. З кожною новою ітерацією середня кількість очок буде підвищуватися, а склад популяції буде ставати все більш схожим.

В ході проведення дослідницької роботи було виконано програмну реалізацію розв'язку задачі «Дилема в'язня» в термінах генетичних алгоритмів з пам'яттю трьох попередніх кроків. Дослідження задачі «Дилема в'язня» дозволило зробити наступні висновки: при умові заповнення випадковими стратегіями початкової популяції, якісний склад популяції зберігається при умові найбільшого відсотку відбраковки та найменшого відсотку мутації, спостерігається домінування оптимістичних стратегій. З поступовим збільшенням відсотку мутації починають з'являтися нові стратегії. Найбільший відсоток мутації призводить до суттєвого збільшення кількості песимістичних стратегій, які починають домінувати на рівні з найоптимістичнішими стратегіями. Для популяції із змішаними стратегіями не залежно від параметрів генетичного алгоритму спостерігається якісна зміна розподілу стратегій, що дає можливість зробити висновок, про те, що алгоритм працює правильно.

## **Програмний комплекс із дослідження та прогнозування параметрів силових енергетичних установок локомотивів засобами експертних систем**

Скалозуб В.В., Кібець Д.В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна, Україна

Berik Akhmetov, Al-Farabi National University, Kazakh

У доповіді представлено можливості та результати застосування програмного комплексу, призначеного для вирішення завдань удосконалення автоматизації процесів експлуатації парків локомотивів, що реалізується засобами сучасних інтелектуальних моніторингових систем. Процедури моніторингу забезпечують реалізацію завдань щодо контролю параметрів функціонування складних технічних об'єктів, а саме – силових енергетичних установок локомотивів (СЕУЛ). Відзначається що головною метою створюваної автоматизованої технології являється зменшення періодів перебування локомотивів у ремонті та на інших операціях обслуговування. У перспективі – це формування програмних засобів, які підтримують процеси переходу від планово-попереджувальної системи обслуговування локомотивного парку до обслуговування транспортних систем, зокрема, тягового рухомого складу (ТРС), за фактичним технічним станом. Актуальність наведеного завдання також пояснюється тим, що в останні роки при діагностуванні ТРС все більш сучасною є стратегія розробки та впровадження систем нерозбірного діагностування тепловозних двигунів. Складовою із реалізацій цієї стратегії є метод нерозбірного діагностування та контролю технічного стану силових енергетичних установок локомотивів на основі нерівномірності кутової швидкості під час роботи.

Програмний комплекс діагностування характеристик ТРС, а саме двигуна, реалізує базові завдання щодо побудови системи аналізу та прогнозування стану СЕУЛ на основі сигналів кутової швидкості обертів колінчатого валу. У комплексі автоматизації завдання діагностування реалізується шляхом поєднання комплексу методів – цифрової обробки сигналів, статистичного аналізу, класифікації і використання емпіричних знань експертів. У основу розробки покладено положення, за яким кутова швидкість колінчастого валу дизеля в межах робочого циклу не постійна, а її коливання мають вплив на обмежений набір показників. Інформаційною базою методу являються дані, зняті з високою дискретизацією під час обертів колінчатого валу, отримані за допомогою під'єданого до нього цифрового пристрою. Саме цей пристрій виконує реєстрацію часу проходження валом певного кута. Через те що чинників, які знаходять відображення (впливають) на кутовій швидкості досить багато, такий метод може вказати на значну кількість відхилень в роботі двигуна.

При створенні програмного комплексу були досліджені різноманітні методи виділення ознак нерівномірності кутової швидкості обертання колінчатого валу на основі вимірюваних сигналів. Серед них відібрані такі, на основі яких можливо виконали класифікацію станів енергетичних установок локомотивів з досить високої точністю. Для отримання необхідних ознак станів СЕУЛ у програмному комплексі застосовані методи фільтрування, трансформації Фур'є, згортки, визначення статистичних та сигнальних оцінок. На основі отриманої множини ознак будуються множини моделей логістичних регресії. Найкращі за точністю класифікації станів СЕУЛ моделі (відповідно до кожного класу ознак) поєднуються в ансамбль моделей. На основі визначених оцінок станів СЕУЛ побудовані бази знань експертної системи класифікації станів ТРС.

У програмному комплексі також представлені методи корекції помилок класифікації СЕУЛ різного роду, що забезпечує підвищення експлуатаційної надійності системи прогнозування станів установок ТРС, а також надає можливості їх подальшого застосування для оптимізації показників економічних і часових витрат процесів експлуатації.

## Удосконалення паралельних синхронних алгоритмів оптимального планування неоднорідних потоків у мережах

Скалозуб В.В., Панік Л.О., Панарін О.Д. Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Marina Skalozub, HiQ Stockholm AB, Sweden

У доповіді обговорюються питання щодо удосконалення методів планування неоднорідних потоків у транспортних та мережах інформаційних систем на основі паралельних синхронних алгоритмів, а також із формування та дослідження відповідного програмного забезпечення. При цьому відзначається наступне. У раніше виконаних дослідженнях цього напрямку вирішувалися комплексні завдання із оптимального розподілу неоднорідних (однопродуктових, багатопродуктових, динамічних, нечітких, конкурентних) потоків у мережах, які реалізувалися засобами уніфікованої моделі паралельного синхронного алгоритму, призначеного для розрахунку максимального потоку. Було встановлено що запропонований паралельний синхронний алгоритм (ПСА) розрахунку максимальних неоднорідних потоків у мережах має певну універсальність, чим він відрізняється від багатьох загально відомих, які, як правило, орієнтовні на окремі типи потоків у мережах. ПСА використовує стратегію пошуку у ширину при формуванні дерева можливих шляхів через мережу, разом з цим одночасно для окремих шляхів визначаються оцінки максимальних потоків через мережу з відомими на певному кроці залишкової мережі пропускними спроможностями дуг (ребр). У ПСА також за рахунок синхронізації процесів формування вузлів дерева також одночасно виконується аналіз можливих значень додаткових потоків збільшення, що можуть розповсюджуватися по наступних визначених ребрах залишкової мережі. При цьому виникає можливість на одній ітерації виконувати аналіз декількох збільшуваних потоків через мережу ЗМ.

Разом із певними перевагами ПСА має обмеження щодо повноти аналізу вимог, на основі яких однозначно формуються оптимальні паралельні збільшувачі потоки. Принципово цей алгоритм являється евристичним, тож достовірність отриманих на його основі результатів має додатково встановлюватися кожного разу окремо. У представленій доповіді на основі аналізу властивостей ПСА запропоновано розширену форму алгоритму (РПСА), яка переводить його із евристичного у детермінований паралельний синхронний алгоритм. Показано на основі аналізу алгоритму та за рахунок вирішення різноманітних завдань планування потоків у мережах, що РПСА дозволяє їх ефективно реалізувати. Якісно ключова відмінність запропонованого удосконаленого алгоритму полягає у тому, що в разі відсутності умови для однозначного вибору оптимального збільшувачого шляху у мережі виконується додаткове розпаралелювання потоків. Серед них в кінці процедури і відбувається відбір оптимального максимального потоку.

У доповіді представлена загальна модель та структура РПСА, а також демонструється програмна система, що реалізує розрахунки однопродуктових та багатопродуктових потоків у мережах. До функцій програмного комплексу відносяться наступні. В першу чергу це візуальний редактор, який дозволяє інтерактивно створювати і розраховувати орієнтовані, односторонні навантажені графи. Програма працює в двох режимах, а саме – розрахунок однопродуктових і багатопродуктових потоків у мережі. До розрахунку багатопродуктових потоків також відноситься розрахунок компромісних потоків. Компромісними являються потоки, які конкурують за пропускну здатність дуг, обсяги яких визначаються на основі багатокритеріальних моделей прийняття рішень. Програмний комплекс дозволяє зберігати поточні результати роботи в файли, або завантажувати раніше створені графові моделі. При цьому передбачається, що створений або завантажених раніше граф можна зберігати у графічному форматі зображення. Програма зроблена у вигляді html сторінки, не потребує встановлення і налаштування.

## **Інформаційна технологія з моделювання та дослідження проектів розвитку залізничного туризму в Україні**

Скалозуб В.В., Шашков Р.О. Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

В доповіді обговорюються питання щодо формування математичного та спеціалізованого програмного забезпечення інформаційної технології, призначеної для автоматизованої підтримки процедур моделювання, аналізу та оптимального варіантного планування проектів розвитку залізничного туризму в Україні. При цьому відзначається, по-перше, стрімкий загальний розвиток туристичної діяльності у світі, в тому числі розвиток сфери залізничного туризму (ЗТ); по-друге, встановлюється що Україна також має значні перспективи та можливості розвитку галузі залізничного туризму; по-третє, стверджується що на тепер уже виконані концептуальні, теоретичні та математичні розробки та дослідження спрямовані на створення комплексу економіко-математичних моделей дискретного оптимального планування, які необхідні для визначення наборів варіантів найбільш ефективних туристичних маршрутів при встановленій системі вимог, що обмежують діяльність туристичних операторів.

У цілому проект розвитку ЗТ в Україні базується на реконструкції і капітальному ремонті існуючих залізничних ліній, а також він передбачає будівництво нових вузькоколіїних магістралей. Пропонована, створювана та подана у доповіді інформаційна технологія підтримки розвитку залізничного туризму в Україні (ІТЗТ) забезпечує можливість розрахунку оптимальних варіантів із числа заданих або сформованих системою моделювання (за критеріями максимальної рентабельності, максимального приведенного чистого прибутку (ПЧП)) туристичних маршрутів (або групи маршрутів) на заданому полігоні вузькоколіїної залізниці. Система обмежень завдань вибору оптимального варіанту розвитку ЗТ містить вимоги щодо кількості та категорій рухомого складу, визначення кількості туристів та рейсів туристичних поїздів, числа визначених категорій маршрутів та ін. В ІТЗТ передбачається декілька варіантів рішень, які відрізняються постановками завдань оптимального планування, визначенням мети проектів. Серед них наступні - оптимальний план визначає один із можливих варіантів рішень, вибір одного варіанту туристичного маршруту з урахуванням ризиків (можливих додаткових витрат через невизначеність проекту), вибір групи маршрутів що разом відповідають обмеженням за ресурсами з урахуванням ризиків або без них, формування моделі кооперації маршрутів, яка забезпечує максимум рентабельності або ПЧП. Враховуючи важливість завдань планування та розвитку ЗТ, у якості базового методу оптимізації застосовується повний перебір варіантів, які є заданими або формуються у системі заданим чином.

У доповіді представлена структура системи та даних, а також головні функції та процедури ІТЗТ. Представлені елементи інтерфейсу, які забезпечують отримання, відображення даних та результатів тощо. Основними елементами інтерфейсу для отримання даних є форми для створення і редагування станцій та маршрутів. Відображення результатів роботи програми виконується у формі пошуку рішення. Представлено алгоритм відбору груп маршрутів, алгоритм підрахунку ПЧП групи маршрутів за виділений період часу, алгоритм підрахунку періоду, за який вибрана група маршрутів буде повністю реалізована та зможе окупити витрати.

Приведені приклади реалізації завдань оптимального планування для різних постановок, наведених вище. У цілому розроблені методи та засоби ІТСТ у представленому вигляді дозволяють реалізувати завдання щодо планування розвитку ЗТ в Україні фахівцями, які не мають спеціальної комп'ютерної підготовки сфери.

## Отслеживание фокуса зрения пользователя при работе с компьютером

Снигур Ю.А., Разносилин В.В., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени В.Лазаряна, Украина

На сегодняшний день актуальным способом человеко-машинного взаимодействия является отслеживание фокуса взгляда пользователя. Эта технология может применяться в медицине, маркетинге, психологии, компьютерных играх, управлении транспортными средствами, при проведении научных исследований и т.д. Анализируя фиксацию взгляда, саккады (резкие движения глаз), изменение размера зрачков, моргания и ряд других параметров исследователи получают возможность определить эффективность и эргономичность созданного информационного ресурса или продукта. В частности, измерение задержек взгляда, может быть использовано в исследованиях по оценке читабельности (readability) обучающих материалов, выводимых на различные электронные устройства.

Окулография (oculography или eye-tracking) – технология, позволяющая наблюдать и записывать движения глаз: расширение зрачка, его перемещение и т.д. для того чтобы определить точку фокусировки взгляда пользователя на экране монитора.

Существуют промышленные системы захвата взгляда. Это могут быть контактные линзы со встроенными зеркалами, инфракрасные подсветки, которые отражаются глазами яблоками и регистрируются видеокамерой и т.д. Однако, все эти методы требуют сложного и дорогостоящего аппаратно-программного обеспечения.

В данной работе исследуется возможность создания системы определения фокуса взгляда пользователя с использованием минимального набора аппаратных средств (например, одной или нескольких стандартных видеокамер).

На текущем этапе работы был рассмотрен ряд программ, с помощью которых можно захватывать видеопоток и для каждого кадра выполнять распознавание элементов лица человека. Выбор был остановлен на «OpenCV» так как она достаточно быстро и эффективно реализует сложные алгоритмы машинного зрения. С использованием указанной программы разработано ПО, которое в режиме реального времени распознает координаты размещения глаза и зрачка на видеокадре.

Положение глаза описывается 6 ключевыми точками: правый и левый угол, две верхних и две нижних точки глаза. Ключевые точки образуют сжатый шестигранник внутри которого располагается изображение глаза. Используя эти точки и алгоритм обнаружения Blob-объектов, вычисляется положение зрачка для правого и левого глаза.

Для калибровки системы распознавания фокуса взгляда разработан следующий алгоритм. Программа отслеживает нажатие клавиш «а», «b», «с», «d». Удержание одной из этих клавиш сигнализирует о том, в какой угол монитора смотрит пользователь. Таким образом, программа в режиме реального времени распределяет видеокадры на 4 группы, каждая из которых соответствует фокусировке взгляда на известном месте монитора. При этом исключаются кадры с помехами (например, моргание глаз). Данные по каждой группе усредняются и далее сравниваются между собой для того чтобы определить зависимость между известным фокусом зрения и ключевыми точками, задающими положение глаза и зрачка на видеокадре.

Разрабатываемое в данной работе программное обеспечение является необходимым инструментом для исследования и анализа фокуса взгляда пользователя при работе с различным цифровым контентом: программой, сайтом, видеоизображением, электронным документом и т.д. С его помощью возможно в режиме реального времени отслеживать зоны монитора на которых концентрируется взгляд пользователя, а также фиксировать время задержки взгляда для каждой из зон.

Дальнейший анализ полученных данных о фокусировке взгляда пользователя может проводиться как человеком-экспертом так и программой в автоматическом режиме.

## **Від ТМкарти до дорожньої карти – шляхи автоматизації вантажних перевезень ASTRUM – як оптимальний маршрут в інформаційному просторі логістики**

Солтисюк О.В., ТОВ «ТМСофт» Україна

Лібор Белфін, JERID, Чеська Республіка

Функція автоматизованого розрахунку тарифу за перевезення вантажів залізничним транспортом користується широким попитом на ринку учасників перевізного процесу ще з середини 90-х років і реалізована в програмному забезпеченні «ТМкарта», вітчизняного розробника компанії ТМСофт. ТМкарта – програма для розрахунку тарифу за перевезення вантажів залізничним транспортом по території України, країн СНД і Балтії. Надає можливість: - візуалізації залізничних маршрутів, транспортних коридорів і логістичних об'єктів на карті; - ведення реєстру розрахунків, керування архівом; - отримання супутньої нормативно-довідкової інформації; - інтеграції з внутрішніми системами автоматизації користувачів.

Враховуючи вдале географічне положення України, участь в транспортному праві ЄМГС та ЦІМ, для учасників перевізного процесу завжди було актуально володіти інформацією щодо вартості перевезення країнами ЄС та отримання супутньої інформації для організації перевезення колією 1435 мм.

Розробка чеських колег та партнерів компанії JERID «FRED» - інформаційний сервер для вантажних перевезень залізничним транспортом по території країн ЄС, дає можливість отримати: - інформацію про вантажі, станції, відстані, вагони і т.п.; - інформацію про нормативи, тарифи; - пошук маршрутів і транспортних тарифів для формування пропозицій; технічні параметри залізничної інфраструктури і вартість її використання; - використання залізничних даних у власній інформаційній системі.

Широке впровадження автоматизації в технологію роботи клієнтів залізничного транспорту, а також комплексна автоматизація комерційного господарства Укрзалізниці, проведена в 2003-2009 роках, створила передумови і умови для реалізації технології та впровадження електронного документообігу внутрішніх та зовнішніх технологічних процесів.

Електронний документообіг «клієнт - залізниця», що стартував у 2011 році, задав «інформаційний тон» співпраці із суміжними до транспортної сфери організаціями і відомствами. Про це свідчить підвищений інтерес митниці, морських портів, перевантажувальних терміналів, великих промислових підприємств до питань інтеграції з автоматизованими системами Укрзалізниці.

Укрзалізниця першою серед перевізників в нашій державі та серед залізничних адміністрацій - сусідів здійснила революцію, запровадивши електронний документообіг вантажних перевезень з клієнтами.

Досвід впровадження інструментів електронного документообігу на підприємствах, які є різними учасниками перевізного процесу, говорить про те, що неважливо в якій системі вперше зародилися дані про майбутню перевезення, їх завжди можна застосувати в ланцюжку наступних процесів завдяки інтеграції між системами, в тому числі міжнародного рівня.

Так народилася ідея проекту ASTRUM - інтеграція всіх учасників логістичного ланцюга в рамках загального поля, що реалізує весь ринковий цикл (оформлення перевезення, транспортування, зберігання, страхування тощо), з наданням сервісу управління подіями в ІТ просторі.

Йдеться про те, щоб об'єднати зусилля і вітчизняних компаній і зарубіжних партнерів. Адже чимало поставок здійснюються різними учасниками та видами транспорту у міжнародному сполученні. Вантажі супроводжують безліч документів (довідок, дозвільних документів, сертифікатів) Якщо перевезення стартують на залізниці, вже є можливість забезпечити інші види транспорту електронними даними, шляхом інтеграції між системами клієнта, залізниці та інших транспортних систем.

Спираючись на досвід автоматизації вантажних перевезень на залізничному транспорті, ми проектуємо інтегровану систему, яка дозволить зробити крок до розвитку мультимодальних перевезень, а також закликаємо долучитись до співпраці небайдужих.



## Аналіз механізмів та ефективності спеціалізованих мов функціонального програмування

Сторчак І.М., Іванов О.П., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

В сучасному світі програмування одними з найпопулярніших мов програмування є об'єктно-орієнтовані, ця парадигма заснована на представленні програми у вигляді сукупності об'єктів, кожен з яких є екземпляром певного класу, а класи утворюють ієрархію спадкування. Це дозволяє проектувати і створювати досить складні системи.

Але крім об'єктно-орієнтованого програмування існують і інші, один з них функціональний – це парадигма програмування в якій процес обчислення трактується як обчислення значень функцій в математичному розумінні, на відміну від функцій-підпрограм в процедурному програмуванні.

Один з найбільш явних плюсів функціонального програмування – це високі рівні абстракції, які приховують велику кількість подробиць. За рахунок цього код виходить коротший, передбачуваний, і, як наслідок, гарантує меншу кількість помилок, які можуть бути допущені. Саме тому для розробки дипломного проекту було вирішено провести аналіз можливостей та порівняння функціональних мов програмування.

Для аналізу можливостей та порівнянь, були обрані такі функціональні мови: Haskell, Erlang, F#, Lisp та Scala. Для проведення досліджень було оглянуто та проаналізовано офіційну документацію для обраних мов. Також розроблено програмне забезпечення, що дозволяє порівнювати приклади програм на різних мовах функціонального програмування за допомогою метрик Холстеда.

Проведене дослідження та порівняння, надає можливість окреслити такі висновки:

- з обраних мов, тільки Haskell є строго функціональною мовою, решта ж мов є "мультипарадигмальними" тобто вони підтримують функціональний, об'єктно-орієнтована і інші підходи програмування, що робить їх більш універсальними ніж інші мови.
- тексти програм на мові Erlang мають зайву багатослівність записів, що збільшує обсяг програм та призводить до зниження читабельності коду;
- мова Lisp у більшості прикладів має найменший словник, об'єм і довжину коду. І майже у всіх випадках приклади на мові Lisp налічували найменшу кількість рядків коду, ці програми більш компактні у порівнянні з іншими мовами програмування;
- мова F#, як і Erlang має проблеми із зайвою багатослівністю записів і великим обсягом програм, що приводить до зниження читабельності коду;
- мова Scala має досить непогану структуру коду, функції не нагромаджені і загалом добре читаються. Лише в деяких випадках приклади на мові Scala поступалися за обсягом та складністю розуміння коду, написаному на мові Lisp.

Підводячи підсумки дослідження, можна сказати що, всі мови досить популярні в наш час і проявили себе в тих, чи інших сферах використання, але все-таки мова Lisp виділяється на фоні інших. Хоч Lisp і має досить складний на перший погляд синтаксис, його не варто недооцінювати. Тим, хто вирішив почати вивчення функціональних мов, варто звернути увагу на мову Lisp.

## Математическая модель секционирования сортировочных путей железнодорожных станций

Терещенко Е.А., Белорусский государственный университет транспорта, Республика Беларусь

Техническая мера увеличения пропускной способности сортировочного парка станции, связанная с секционированием путей, может быть реализована на грузовых и сортировочных станциях Белорусской железной дороги, на которых не предусмотрена горка. Комплексный анализ показывает, что даже для определенных технико-экономическими расчетами станций не всегда следует секционировать все пути парка. Выбор оптимального количества секций на путях зависит как от внешних факторов, так и от внутренних. К внешним факторам следует отнести, прежде всего, мощность поступающего на станцию вагонотока с учетом неравномерности его колебания в зависимости от различных детерминант перевозочного процесса, а также дифференциацию назначений плана формирования. Внутренние факторы будут определяться наличием парка собственных маневровых локомотивов, топологией расположения станционных путей и примыкающих пунктов местной работы, а также перерабатывающей способностью вытяжных путей.

Особо следует отметить задачу выбора минимального количества путей, которое целесообразно секционировать, учитывая, что один путь всегда выделяется в качестве ходового. При разбиении парковых путей на секции следует также рассмотреть различные варианты взаимной укладки стрелочных переводов и установить, имеет ли принципиальное значение схема укладки съездов по секционируемым путям. Фактически длина секции пути будет определяться мощностью назначения в соответствии с планом формирования поездов. Однако количество стрелочных участков, всегда будет меньше количества секций.

При изучении технологии работы при расформировании поездов для заданных исходных данных необходимо ввести понятие «створ секций», рассматриваемый как группа параллельно располагаемых секций на разных сортировочных путях. Для упорядочения процедуры определения длин маневровых полурейсов предлагается схему секционированных путей зафиксировать по координатам.

Секция створа в таком случае определяется двумя значениями соответствующих позиций координат. Створы секций нумеруются слева направо  $X = 1, 2, 3, \dots$ . Номера путей парка нумеруются снизу вверх от ходового пути  $Y = 1, 2, 3, \dots$ . Например, первая секция третьего пути определяется координатами  $X = 3, Y = 1$ . Нижняя строка матрицы определяет условные секции, которые занимает ходовой путь.

Комплексное исследование топологии секционирования путей сортировочного парка позволит определить зоны эффективного применения применяемой технологии при различных конструктивных и технологических режимах работы станции. Важно сопоставить затраты, связанные с реконструкцией парка (укладка съездов, сокращение полезной длины сортировочных путей) с эффектом, достигаемым сокращением маневровой работы на повторную сортировку вагонов с назначениями, дополненными за счет секционирования сортировочного парка. При расформировании состава на несекционированные пути общее время технологических операций существенно возрастает вследствие необходимости производства дополнительных маневров по подборке вагонов ввиду превышения количества назначений поступающих вагонов над имеющимся числом сортировочных путей. Использование предлагаемых технических и технологических решений позволит сократить продолжительность выполнения маневровых операций в процессе расформирования поездов.

## Два способи пошуку в базі даних інформації при розв'язанні задач із семантики

Тимофієва Н. К., Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН та МОН України, Україна

Для розв'язання задач із семантики проведемо їхній аналіз та виділимо задачі комбінаторної оптимізації, які тут виникають. Як правило, це – задачі з розпізнавання, які потребують знаходження певного еталону в базі даних. Моделювання цих задач як задач комбінаторної оптимізації дозволяє досить строго описати предметну область та показати, що пошук відповідного еталону в базі даних проводиться двома способами: за первинними ознаками, які описують пошукуваний об'єкт, і за заданим об'єктом. Розглянемо приклади таких задач.

Деякі задачі із семантики полягають в тому, що предмет (сутність) необхідно покрити ознаками, які його максимально характеризують. В цьому разі виникає задача покриття, яка відноситься до задач розбиття комбінаторної оптимізації. Аргументом цільової функції в ній є розбиття заданої множини елементів на підмножини. Суть цієї задачі така: необхідно знайти таке розбиття, при якому певний об'єкт максимально покривається мінімальною кількістю ознак при виконанні умови, а саме: кількість однакових у різних кластерах елементів повинна бути мінімальною. Пошук інформації в базі даних в цій задачі проводиться за заданими ознаками, якими описується пошукуваний об'єкт. Ознаки розділяються на такі, які характеризують лише заданий об'єкт, за якими досить просто його визначити в базі даних. В цьому випадку задача є розв'язною. Якщо однакові ознаки описують різні об'єкти, але за допомогою диференціального аналізу можна знайти потрібний об'єкт, то така задача є частково розв'язною. Якщо одні і ті ж ознаки характеризують різні об'єкти і за ними не можна ідентифікувати пошукуваний, то виникає ситуація невизначеності. В цьому разі для розв'язання поставленої задачі необхідні додаткові умови чи інші правила пошуку.

Задача знаходження об'єкта в базі даних за певними ознаками розділяється на підзадачі, аргументом цільової функції в яких є розміщення без повторень та сполучення без повторень. Ці комбінаторні конфігурації утворюються вибиранням елементів із двох базових множин. Як видно з постановки задачі, пошук еталону, подібного до вхідного, потребує повного перебору. Цю задачу можна звести до розв'язної шляхом структуризації бібліотеки еталонів за певними ознаками, які визначають предметну область. Тобто, на етапі структуризації бібліотеки розв'язується задача кластеризації, аргументом цільової функції в якій є розбиття заданої множини елементів на підмножини.

Інша задача з розпізнавання – задача розпізнавання мовлення. Це процес автоматичної обробки мовленнєвого сигналу з метою визначення послідовності слів, яка передається цим сигналом. Вона полягає у знаходженні для вхідного сигналу найбільш правдоподібного еталонного з усіх можливих. Її також можна змоделювати як задачу комбінаторної оптимізації. Для розв'язання цієї задачі необхідно провести пошук певного еталону в бібліотеці та порівняти його із вхідним об'єктом. В цьому разі вхідною інформацією виступає сигнал, що розпізнається, а встановлення суті об'єкта проводиться за самим об'єктом.

Отже, при моделюванні задач із семантики в рамках теорії комбінаторної оптимізації мають місце задачі комбінаторної оптимізації. Такий підхід до моделювання показує, що пошук в базі даних певного об'єкта проводиться двома способами, а саме: заданий об'єкт в базі даних знаходиться за ознаками, які задаються як вхідні дані. В іншому разі вхідною інформацією є пошукуваний об'єкт і для нього в базі даних знаходиться відповідний еталон.

## Використання Wavelet-аналізу для визначення кордонів події звукового сигналу

Царик В.Ю., Сушков О.О. Національна металургійна академія України, Україна

При проведенні аналізу будь-якого сигналу, можна аналізувати як сигнал в цілому, так і окремі його фрагменти. Зазвичай виділяють фрагменти, в яких відбуваються які-небудь події. В момент такої події відбувається зміна досліджуваного сигналу. Тому при аналізі важливо чітко визначити межі такої події.

Пошук граничних точок звукової події проводиться за допомогою Wavelet-аналізу, який в даний час широко використовується для виділення інформації з сигналів. При вейвлет-перетворенні сигнал декомпонується за допомогою сімейства базових функцій, які називаються вейвлетами. Вони мають дві незалежні змінні: час і частоту. Результатом вейвлет-перетворення є апроксимуючі і деталізуючі коефіцієнти. Вейвлети дозволяють виявити ті властивості, які складно виявити класичними частотними методами.

Для проведення аналізу було обрано оболонку MATLAB, а саме, пакет Wavelet Toolbox. Даний пакет дозволяє використовувати сімейство класичних вейвлетів: Добеши, комплексні вейвлети Гаусса і Морлета, дискретний Мейера (фільтри Добеши, комплексні вейвлети Гаусса і Морлета, біортогональні, дискретні вейвлети Мейера). Так само є засоби для обробки сигналів вейвлет-методами, перетворення частоти в масштаб і зворотне (засоби обробки сигналів і вейвлет-аналізу, включаючи функції перекладу сигналу з часової області в частотну), методи побудови сімейства вейвлетів, засоби візуалізації вейвлетів і інші можливості для комплексної роботи з різними вейвлетами.

Аналізу піддавався самостійно згенерований сигнал, який складається з синусоїд різної частоти – як ідеальний незашумлений музичний сигнал. Було проведено вейвлет-аналіз, використовуючи всі перераховані вище вейвлети при різних параметрах. У більшості випадків при декомпозиції вихідного сигналу були отримані нові сигнали, які були зовні схожі на первинний, але з деякими спотвореннями. Однак, дискретний вейвлет Мейера на деталізуючих коефіцієнтах відобразив піки, які збігаються з точками початку і кінця синусоїди. Найбільш інформативним виявився третій порядок вейвлет-аналізу. На ньому явно виділяються піки кордонів синусоїди і однорідний сигнал на місці синусоїди. Отримані дані зручно застосовувати для подальшого аналізу або обробки.

При накладенні декількох синусоїд характеристики деталізує функції змінюються, але часові межі появи кожної з них відстежити можливо. Однак, залежність виду деталізуючої функції від кількості синусоїд і їх частоти, потребує подальшого дослідження.

Недоліком запропонованого методу є неможливість відстеження закінчення аудіо-події при згасаючому сигналі. В такому випадку, конкретного піку на деталізуючій функції немає – тільки пік на початку події.

Висновки. В рамках даного дослідження проведено вейвлет-аналіз штучно згенерованого сигналу, що складається з набору синусоїд різної частоти і тривалості. В результаті застосування дискретного вейвлета Мейера в якості дочірнього, отримані результати, що дозволяють відстежити граничні точки звукової події. Отримана інформація дозволяє точно визначити межі фрагмента сигналу для подальшого використання, проведення дослідження.

## **Обзор преимуществ событийно-ориентированной и сервис-ориентированной архитектуры перед традиционными методами последовательной обработки событий**

Цыпкина Екатерина, Германия, Нежумира О.И., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. Лазаряна В.А., Украина

Интернет транзакции, B2B системы, одноранговые процессы и рабочие процессы в реальном времени являются слишком динамичными и сложными для разработки с использованием методов последовательной обработки событий. При использовании методов последовательной обработки, возникает проблема с хронологическим порядком событий при возникновении нескольких событий одновременно. В современном проектировании подобных систем предпочтение отдается событийно-ориентированной и сервис-ориентированной модели, поскольку они способны эффективнее реагировать на изменения в реальном времени, чем обычные механизмы запросов-ответов.

Сервис-ориентированное проектирование представляет динамический подход, где слабая связность между серверной частью и пользовательским интерфейсом предоставляет возможность более гибкому взаимодействию компонентов. Сервис-ориентированная архитектура позволяет приложениям и компонентам получать доступ к функциональности сервисов, основываясь на типах задач, которые они выполняют. В свою очередь, упрощается задача для разработчиков приложений, поскольку каждый сервис отвечает за определенные задачи и может разрабатываться независимо от других сервисов, что позволяет вносить изменения в отдельные сервисы, не затрагивая другие. Сервис-ориентированная архитектура может быть реализована с помощью веб-сервисов, что делает функциональные блоки доступными через стандартные интернет-протоколы, которые не зависят от платформ и языков программирования.

Событийно-ориентированная архитектура определяет методологию проектирования и разработки приложений и систем, в которых события передаются между слабо связанными компонентами и сервисами. Событийно-ориентированная система состоит из потребителя событий и производителя событий. Потребители событий подписываются на посредника, управляющего событиями, а производители событий публикуют новые события. Когда публикуется новое событие, происходит передача события в нужный обработчик. Если потребитель недоступен в этот момент, компонент управляющий этим событием продолжит хранить событие и повторит его передачу потребителю позже. Разработка приложений и систем, основанных на событийно-ориентированной архитектуре, позволяет конструировать системы таким образом, чтобы обеспечить высокую производительность с точки зрения времени ответа, поскольку системы, управляемые событиями, по своей архитектуре более подходящие для непредсказуемых и асинхронных систем. Проектирование асинхронных систем позволяет минимизировать время блокировок потоков на операциях ввода-вывода и использовать пропускную способность сети на полную мощность. Все наблюдатели могут реагировать на оповещение о событии параллельно, заставляя многоядерные процессоры и кластеры работать на самой высокой мощности.

Системы, разработанные с использованием многопоточности эффективны для решения небольшой группы задач, где не требуется много времени на вычисления и работы с файловой системой, базами данных. В современных системах, предусмотренных для большого количества пользователей, используются сервис-ориентированные и событийно-ориентированные архитектуры, что позволяет легко масштабировать приложение, поддерживать и изменять отдельные сервисы, выбирать для разработки разных задач (сервисов) более подходящие платформы и технологии.

## **Інформаційна взаємодія АСК ВП УЗ-Є з системою контролю параметрів роботи тепловозів «Дельта СУ»**

Чередниченко М.С., Гусева В.В., Романюк Я.М., філія «ПКТБ ІТ» АТ «Укрзалізниця»,  
Україна

На поточний час Єдина централізована автоматизована система керування вантажними перевезеннями на залізничному транспорті України (далі АСК ВП УЗ -Є) взаємодіє з іншими автоматизованими системами, в тому числі, в частині отримання даних від бортових пристроїв (ССН) та напільної автоматики («Луч», «Каскад»).

Нині розглядається питання отримання даних системою АСК ВП УЗ -Є від засобів бортової автоматики «Дельта СУ» для подальшого використання даної інформації при формуванні електронного маршруту машиніста та надання причетним фахівцям всіх рівнів управління вихідних документів щодо витрат палива локомотивами.

АС «Дельта СУ» призначена для отримання від бортових систем “Дельта СУ” інформації щодо використання палива тепловозами та передачі її до системи АСК ВП УЗ -Є. Бортові системи “Дельта СУ” додатково обладнанні пристроями – зчитувачами карток для можливості ідентифікації локомотивної бригади, що працює на локомотиві.

Система АСК ВП УЗ-Є має отримувати інформацію про наступні події з локомотивами та локомотивними бригадами з використанням даних бортової автоматики АС «Дельта-СУ»:

- долив палива на секцію локомотива;
- злив палива з секції локомотива;
- прийом локомотива локомотивною бригадою;
- здача локомотива локомотивною бригадою.

На поточний час контроль за станом локомотивів та відповідальність за достовірність інформації покладається на чергового по депо з використанням автоматизованого робочого місця чергового по депо ( АРМ ТЧД АСУ Т).

Інформація про зміни стану локомотиву має надходити в АСК ВП УЗ-Є з серверу АС «Дельта СУ» у вигляді xml-повідомлень з відповідним кодом операції (для ідентифікації певної події), інформацією про локомотив та (при необхідності) локомотивну бригаду.

Для ідентифікації локомотиву в xml-повідомленнях використовується ідентифікатор бортового пристрою «Дельта-СУ», встановленого на секції локомотиву. Інформація про встановлення (або зняття) бортового обладнання на секції заноситься відповідальним фахівцем техвідділу депо засобами автоматизованого робочого місця головного технолога депо (АРМ ТЧТех АСУ Т).

При подіях прийому або здачі локомотиву локомотивна бригада визначається машиністом. Для ідентифікації машиніста використовується ідентифікатор його особистої картки. Особиста картка видається працівнику у відділі кадрів. Одночасно з цим, інформація про видану картку вноситься в АСУ «Кадри».

В БД АСК ВП УЗ – Є зберігається актуальна інформація про встановлене на локомотивах бортове обладнання «Дельта СУ» та особисті ідентифікаційні картки працівників локомотивних бригад.

Зміна стану локомотива за даними «Дельта СУ» відображається в АРМ ТЧД АСУ Т. Остаточну відповідальність за поточний стан локомотиву несе черговий по депо. При необхідності зміни стану локомотиву черговий надає необхідну інформацію засобами АРМу, після чого відбувається зміна стану локомотиву в системі АСК ВП УЗ-Є.

На підставі отриманих даних в АСК ВП УЗ - Є відбувається ідентифікація локомотивної бригади (машиніста), що працює з локомотивом та забезпечення об’єктивності оперативної інформації про події прийому або здачі локомотиву, доливу та зливу палива.

## **Застосування систем супутникової навігації для автоматизованого ведення графіку виконаного руху поїздів на залізницях України в середовищі системи АСК ВП УЗ-Є**

Чередниченко М.С., Жевжик Є. Г., Кійко І. М., філія «ПКТБ ІТ» АТ «Укрзалізниця»,  
Україна

На поточний момент у складі системи АСК ВП УЗ-Є, яка функціонує на залізницях АТ «Укрзалізниця», експлуатується програмно-апаратний комплекс взаємодії із засобами супутникової навігації, що встановлені на локомотивах, і автоматичного формування облікових операцій руху поїздів і локомотивів на основі даних супутникової навігації.

Комплекс складається з наступних компонентів:

- ведення обліку оснащення локомотивних секцій пристроями ССН в моделях базового комплексу АСК ВП УЗ-Є (з використанням АРМ ТЧТех);
- ведення моделей контрольних точок, стану ССН. АРМ РКТ ЄКІП УЗ – редагування контрольних точок ССН;
- сервер застосувань (СЗ ТМС) взаємодії із засобами супутникової навігації, які встановлені на локомотивах, попередньої обробки телеметричної інформації та визначення подій проходження контрольних точок, які обмежують зумовлені об'єкти – станції і локомотивні депо та надання інформації про ці події на наступний рівень;
- програмного забезпечення серверу застосувань рівня залізниці (СЗ ДК);
  - ведення даних моделей відстеження рухомих одиниць, а саме:
    - стану пристроїв навігації;
    - переміщень рухомих одиниць (поїздів і локомотивів) по інформації подій проходження контрольних точок;
    - ідентифікаційних даних рухомих одиниць (локомотивів та поїздів), які відстежується встановленими навігаційними пристроями (встановленими на секціях локомотивів) по інформації поїзної та локомотивної моделей АСК ВП УЗ-Є;
  - формування повідомлень про події до базового комплексу АСК ВП УЗ-Є:
    - відправлення, прибуття або проходження поїздів по станціям полігону відстеження;
    - заходу-виходу локомотивів по локомотивним депо;
- програмного забезпечення розрахунку та відображення графіку виконаного руху поїздів і локомотивів автоматизованих робочих місць господарства перевезень із забезпеченням відображення по одиницям обладнаних засобами навігації:
  - комбінований режим відображення ниток руху поїздів – коли від останньої облікової операції до поточної дислокації нитка продовжується по даним супутникової навігації з дискретністю до 1 хв.;
  - надання даних про стан відстеження і зв'язку;
- засоби моніторингу дислокації рухомих одиниць, обладнаних ССН, та стану засобів навігації Web-порталу АТ «Укрзалізниця» – АРМ «Навігація».

Серед особливостей комплексу слід відзначити рішення щодо реалізації у складі СЗ ДК функцій ведення загальної моделі переміщень рухомих одиниць як по даним супутникової навігації, так і по операціям поїзної і локомотивної роботи АСК ВП УЗ-Є. Це дозволило ефективно визначити можливість формування облікових операцій та їх обробки в базовому комплексі особливо при запізненні введення інформації операторами.

Подальший розвиток технології використання засобів супутникової навігації на думку фахівців ПКТБ ІТ полягає у створенні карти колійної інфраструктури (і засобів її підготовки та ведення) та реалізації відстеження дислокації і переміщень рухомих одиниць по об'єктам колійної інфраструктури.

## **Програмно-апаратна платформа для розробки та публікації веб-застосунків на базі Kubernetes з використанням технології контейнеризації**

Чередниченко М.С., Чепіжко С.П., Репа О.П., Федосєєв Г.С., філія «ПКТБ ІТ» АТ «Укрзалізниця», Україна

На поточний момент Єдиний корпоративний інформаційний портал Укрзалізниці (ЕКІП УЗ) реалізовано на платформі Microsoft Sharepoint 2010/2013.

В зв'язку з тим, що компанія Microsoft внесла ряд змін в концепції нових версій Sharepoint, які вносять певні обмеження на використання інформаційних технологій в застосуваннях на даній платформі, а також з закінченням циклу підтримки продуктів версій Sharepoint 2010/2013, подальше використання Sharepoint як платформи для розробки і розміщення повноцінних веб-застосунків з використанням сучасних засобів розробки не є можливим.

В наслідок аналізу вимог для побудови нової програмно-апаратної платформи для корпоративного порталу виконана розробка архітектури, яка охоплює повний цикл від розробки до розміщення ПЗ. Особливості даної платформи – це перехід до модульної архітектури побудови веб-застосунків з використанням сучасних засобів розробки та програмного забезпечення для автоматизації розгортання і керування застосуваннями на платформах з підтримкою контейнеризації. Крім того, у складі платформи передбачені програмні засоби для єдиної системи автентифікації/авторизації користувачів ПЗ, надання уніфікованих засобів адміністрування, накопичення та аналізу журналів, моніторингу виконання процесів обробки тощо.

Основні характеристики нової платформи:

- Перехід до ізольованої середовища виконання ПЗ за допомогою технології контейнеризації Docker. Це дозволяє повністю упакувати усі залежності ПЗ до «контейнеру» на базі Linux або Windows без обмежень на використання типу використаних технологій, фреймворків, версій бібліотек тощо.
- Можливість використовувати прикладне ПЗ у вигляді веб-додатків без прив'язки до функціоналу порталу, при необхідності реалізуючи шар прозорої інтеграції;
- Можливість гнучкого масштабування ресурсів програмних систем за допомогою оркестровщика Kubernetes;
- Створення єдиного реєстру програмних компонентів, надання розробнику шаблонів ПЗ та архітектурних компонентів;
- Розробка ряду компонентів та підсистем для загального використання:
  - Компоненти для автентифікації та побудови системи розподілу прав (авторизації);
  - Компоненти для доступу до БД;
  - Загальні компоненти інтерфейсу користувача
- Надання розробнику вимог для побудови API систем, рекомендацій для побудови архітектури систем та інтеграції з іншими системами та підсистемами;
- Надання розробнику засобів для уніфікованого процесу розгортання, оновлення та адміністрування ПЗ;
- Надання розробнику контролю над усіма етапами циклу розробки ПЗ;
- Зміна процесу розробки ПЗ до вигляду, що відповідає вимогам неперервної інтеграції (Continuous integration) та неперервної доставки (Continuous delivery), що значно прискорює цикл розробки.



## Можливості програми Matlab для апаратної реалізації розв'язку диференціальних рівнянь

Шаповалов В. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна

В системах автоматизованого управління для оптимізації управляючих впливів в реальному часі використовуються моделі об'єктів. Поведінка об'єктів часто описується системами диференціальних рівнянь великих порядків. Використання при цьому спеціалізованих паралельних систем обробки інформації може давати значний вигравш в часі моделювання в порівнянні зі звичайними комп'ютерами. Розробку таких спеціалізованих паралельних систем можна суттєво спростити і скоротити час розробки, використовуючи можливості програми Matlab, в яку вбудовані засоби високорівневого проектування для програмованих логічних інтегральних схем ПЛІС FPGA (додатки моделювання Simulink і генерації HDL-коду HDL Coder).

Для розв'язку заданої системи диференціальних рівнянь, яка описує поведінку об'єкту, обирається один із явних методів інтегрування (наприклад, метод Ейлера) і обґрунтовується крок інтегрування. Далі на основі рекурентних формул складається відповідна система алгебраїчних рівнянь. В графічному редакторі (без використання мов програмування) із стандартних модулів (додавання, множення і т. ін.) для складеної системи алгебраїчних рівнянь створюється схема. При цьому особлива увага приділяється розташуванню в схемі регістрів і блоків пам'яті BlokRAM для збереження результатів розрахунків. Оскільки розробка орієнтована на реалізацію в ПЛІС, то типи змінних задаються не з плаваючою (як у Matlab), а з фіксованою комою. Після моделювання проекту в додатку Simulink можна автоматично згенерувати HDL-код (наприклад, мовою VHDL) в додатку HDL Coder. Таким чином відпадає необхідність проведення кропіткої роботи по розробці HDL-опису системи «вручну».

В залежності від функціонування і особливостей використання результатів розрахунків згенерований HDL-код доробляється в одній із САПР (наприклад, Vivado фірми Xilinx). Проводиться синтез схеми для конфігурування ПЛІС, моделювання (в тому числі і PostRoute), створюється BitStream-файл і конфігурується обрана ПЛІС. Для налагодження проекту можна використовувати один із спеціалізованих наборів розробки (development kits).

Ресурси сучасних ПЛІС FPGA (сумарна апаратна потужність кристалу - сотні мільйонів системних вентилей, ємність блоків пам'яті BlokRAM - сотні мегабіт, прискорювачі обчислень DSP – тисячі штук) і їх швидкодія дозволяють реалізовувати такі спеціалізовані паралельні системи обробки інформації на кристалі (в одній ПЛІС). Використання засобів високорівневого проектування (для ПЛІС FPGA) програми Matlab (зокрема, додатків Simulink і HDL Coder) дозволяє суттєво спростити і скоротити час розробки.

## Підтримка прийняття рішень при аналізі продуктивності виконання запитів у базах даних MS SQL Server

Шевченко І. В., Решетова Ю. І., Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», Україна

На даний час значна кількість підприємств використовують для зберігання і обробки власних даних систему управління базами даних Microsoft SQL Server. Для підприємств важливі стійкість до відмов системи управління базами даних та продуктивність виконання запитів. Налаштування продуктивності головним чином передбачає: 1) написання ефективних SQL-запитів, 2) виділення потрібної кількості обчислювальних ресурсів і аналіз подій очікування, 3) змагання за ресурси в системі. Моніторинг є необхідним процесом при роботі великої системи зберігання даних. Результатами моніторингу є набір параметрів системи, що отримується через регулярні інтервали часу. На підставі значень цих параметрів можна зробити висновки про необхідність поліпшення функціонування системи.

Зараз існує не так багато програм для аналізу продуктивності баз даних (БД), а для аналізу продуктивності роботи з SQL Server тим паче. Всі існуючі програмні інструменти для аналізу продуктивності роботи з базами даних – Solarwinds Database Performance Analyzer, Redgate SQL Monitor, Idera DB Optimizer, EverSQL та dbForge Studio – надають можливість тільки переглядати значення різних показників. Тоді як подальша оцінка цих показників та остаточне прийняття рішень при оптимізації запитів до бази даних для поліпшення деяких показників лежить на спеціалістах з баз даних і залежить, перш за все, від їх досвіду.

Що ж стосується інтелектуальних систем, які можуть підказати шляхи оптимізації продуктивності бази даних, то таких не існує жодної. Отже, розробка системи підтримки прийняття рішень (СППР) при аналізі продуктивності виконання запитів у базах даних MS SQL Server є актуальною задачею.

Авторами пропонуються наступні компоненти СППР: 1) модуль отримання значень метрик оцінки продуктивності виконання запитів; 2) модуль підтримки прийняття рішень при оптимізації отриманих значень метрик.

Для реалізації модуля отримання значень метрик було розглянуто три методи формування значень метрик оцінки продуктивності запитів у базах даних SQL Server: 1) робота з утилітою SQL Server Profiler; 2) дослідження системних об'єктів (таблиць/уявлень/процедур); 3) робота з фактичним планом виконання запитів. В докладі розглянуті переваги і недоліки кожного методу, а для програмної реалізації модуля отримання значень метрик було обрано метод дослідження системних об'єктів (таблиць/уявлень/процедур). Програмно цей модуль було реалізовано у Visual Studio 2019 з використанням архітектури ASP.NET MVC.

Для реалізації ж модуля підтримки прийняття рішень при оптимізації отриманих значень метрик необхідно: 1) отримати знання експертів (адміністраторів БД) при оптимізації отриманих значень метрик, 2) обрати модель подання та виводу експертних знань, 3) програмно реалізувати обрану модель для подання та виводу експертних знань, 4) протестувати програмну реалізацію обраної моделі для подання та виводу експертних знань, 5) за необхідності довчити або перенавчити отриману базу експертних знань. В результаті проведеного аналізу переваг і недоліків існуючих моделей подання та виводу знань, авторами для зберігання та виводу експертних знань пропонується обрати дерева рішень.

В докладі буде запропоновано структуру СППР при аналізі продуктивності виконання запитів у базах даних MS SQL Server, а також продемонстровано програмну реалізацію модуля отримання значень метрик оцінки продуктивності виконання запитів. Подальша робота авторів спрямована на розробку модуля підтримки прийняття рішень при оптимізації отриманих значень метрик. Розроблена СППР буде корисна адміністраторами баз даних для покращення продуктивності існуючих баз даних Microsoft SQL Server.

## Сценарно-прецедентная координация гетерогенных групп беспилотных аппаратов

Шерстюк В. Г., Херсонский национальный технический университет, Украина

Сокол И. В., Морской институт последипломного образования, Херсон, Украина

Левкивский Р. Н., Херсонская государственная морская академия, Украина

Прогресс современных технологий привел к совместному использованию групп беспилотных аппаратов (БПА) для решения таких сложных задач, как мониторинг и борьба с лесными пожарами, промышленный лов рыбы и др. Вследствие отличия размеров, характеристик, возможностей и ролей большие группы БПА, работающих совместно в различных динамических средах в составе команд, называют гетерогенными ансамблями (ГА). Координация ГА представляет собой сложную задачу из-за особенностей движения БПА в различных средах, имеющих существенные отличия в законах движения. Их совместное движение пространственно ограничено зонами видимости или дальности связи и зависит от наличия динамических и ситуационных возмущений разной природы. Таким образом, задача координации ГА БПА, движущихся в разных средах, весьма актуальна.

Используя традиционные методы, обеспечить координацию ГА БПА в реальном времени в высокодинамичных, непредсказуемых, недетерминированных и частично наблюдаемых средах практически невозможно. Авторы предлагают использовать сценарно-прецедентный подход и рассматривают ГА как упорядоченное множество БПА с различными ролями и функциями, которые совместно и одновременно выполняют сценарии своей деятельности в соответствии с установленными ролями в рамках определенной миссии в определенной пространственной области. Сценарии выполнения миссии каждого из БПА представляются в виде последовательности точек пути (WP), каждая из которых связана с определенной точкой во времени (TP) и заданными параметрами движения (скорость, направление движения и др.). Важным условием надлежащей координации движения различных БПА в соответствии с выполняемыми сценариями является взаимное расположение их WP и TP: каждый из БПА в каждой TP должен находиться в заданной WP, имея заданные параметры движения.

Сценарно-прецедентный подход позволяет найти решение задачи координации совместного движения в виде множества корректных изменений множества выполняемых сценариев, основываясь на динамике изменения пространственного положения БПА и наличия возмущений. При этом предполагается разбиение множеств точек пути и точек времени на перемещаемые и неперемещаемые. Всякое изменение сценария представляет собой перемещение части точек пути или точек времени, которое в общем случае должно удовлетворять заданным ограничениям в пространстве и времени. Поэтому решение, полученное в виде множества изменений сценариев, требует выполнения в дальнейшем процедуры совместной адаптации сценариев, основанной на использовании метода удовлетворения мягких пространственных ограничений. Для этого используется нечетко-приближенный алгоритм определения локальной совместимости сети ограничений, что обеспечивает пошаговую элиминацию множества ограничений. Множество пар (TP, WP) ранжируется вначале по числу их вхождения в множество ограничений, затем по относительной ширине интервала расстояний, а затем по относительной продолжительности интервалов времени, что максимально «сужает» найденное решение.

Таким образом, представленный метод сценарно-прецедентной координации совместного движения ГА БПА, основанный на совместной адаптации изменений сценариев выполнения миссий БПА на основе метода удовлетворения мягких пространственных ограничений, имеет приемлемую эффективность, что позволяет использовать его в навигационных системах поддержки принятия решений в режиме реального времени для решения задачи координации совместного движения.

## Оптимізіція та адаптація на основі математико-алгоритмічного конструктивізму

Шинкаренко В.І., Дніпровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна, Україна

Математико-алгоритмічний конструктивізм (МАК) базується на наступній парадигмі: весь оточуючий нас світ складається зі взаємопов'язаних конструкцій та конструктивних процесів. Конструкції – деяка семантично відокремлена сукупність елементів з відношеннями зв'язування, конструктивний процес – відповідно сукупність елементарних дій (операцій), які мають виконуватись за деякою послідовністю.

Спираючись на ідеях формальних граматики та граматики-подібних систем розроблені теоретичні положення та прикладні механізми МАК формування та перетворення конструкцій та конструктивних процесів.

Узагальненням поняття формальної граматики, згідно МАК, є поняття конструктору. Конструктор моделює засоби конструювання і включає носій, сигнатуру та інформаційне забезпечення. За метою конструювання слід виділити конструктори породжувачі, перетворювачі, оптимізатори, адаптатори, аналізатори.

У всякому разі оптимізація та адаптація виконується за деяким показником якості (можливо узагальненим). Як правило, для конструкції він не може бути визначеним за властивостями його складових елементів. Якщо конструкції – об'єкти або процеси автоматизованих систем (програми, структури даних, бази даних, знань тощо), показники якості визначаються засобами самих систем. У іншому випадку – залучається зовнішній виконавець (технічна системи вимірювань, або експерт).

Різниця між оптимізатором і адаптером лише в тому, що оптимізатор намагається знайти найкращу конструкцію при всіх відомих та незмінних умовах, адаптер – у випадку змінних умов використання конструкція має бути підлаштована під них. Надалі будемо говорити про адаптацію, маючи на увазі і оптимізацію.

Розглянемо три способи визначення конструкторів оптимізаторів та адаптерів.

Перший, базується на комбінованому методі спрямованого випадкового пошуку та кластеризації. Застосовується декілька конструкторів. Конструктор-породжувач згідно заданих правил утворює деяку множину конструкцій. При цьому альтернативні відношення підстановки мають атрибут – вірогідність використання. Початково вона однакова для альтернативних правил. Кожна породжена конструкція має властивість, яка визначає вектор з кількостей застосувань кожного правила при формуванні цієї конструкції. Конструктор адаптер визначає показник якості породжених конструкцій. Одним з відомих алгоритмів виконує кластеризацію векторів застосувань правил. Визначає кластер з кращим середнім показником якості конструкцій, додає до них конструкції ліпші за найгірший у кращому кластері. Визначає для таким чином відібраних конструкцій середню кількість застосувань альтернативних правил. Для правил які частіше застосовувались при формуванні відібраних конструкцій вірогідність їх використання збільшується за рахунок інших альтернатив. Цикл породження+адаптація повторюється до тих пір, поки показник якості найкращої конструкції не змінюється за декілька проходів. Між породжувачем та адаптером можуть використовуватись конструктори перетворювачі та вимірювачі.

Другий полягає у застосуванні відомого генетичного алгоритму до адаптації конструкцій. Конструктор адаптер має використовувати будь-яку модифікацію генетичного алгоритму та конструктори перетворювачі з конструкції у хромосому та навпаки.

Третій застосовується у тому випадку, коли якість конструкції визначається експертом. Використовуються чотири конструктори: породжувач формує деяку конструкцію, перетворювач на її основі породжує систему нечіткого виводу, ще один перетворювач формує множину станів конструкції та отримує оцінку експерта, адаптер виконує процедуру нечіткого виводу.

## **Использование масштабонезависимых дескрипторов в задачах навигации БПЛА**

Шумейко А.А., Петров В.А. Днепропетровский государственный технический университет,  
Шевченко Г.А. ас. «Ноосфера», Украина

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) являются быстро развивающимся инструментом для широкого круга исследований объектов окружающей среды. Влияние БПЛА на нашу жизнь увеличивается, поскольку они становятся меньше и дешевле в производстве. Последние достижения в этой области привели к их повсеместному использованию для поисково-спасательного, экономического, научного и военного применения. Использование дронов добавляет возможность автономного наблюдения за окружающей средой. Важной особенностью при автономных полетах является выполнение необходимых требований и действий дронов в ответ на системные события, что позволяет провести замену людей в различных сложных задачах, которые когда-то могли быть выполнены только вручную, среди которых, поиск пропавших без вести людей в пустыне, сканирование нефтяных трубопроводов на наличие разливов, поиск очагов возгорания лесных пожаров, несанкционированных свалок и многое другое.

Целью исследований является задача уточнения месторасположения БПЛА в условиях отсутствия использования GPS навигации, например, при использовании малогабаритных БПЛА или при наличии сложных топографических условий.

Но и при такого рода ограничениях возникают разные задачи, связанные с использованием различных инструментов для сканирования земной поверхности, а также применения БПЛА в условиях ограниченной видимости.

В данном исследовании рассмотрена задача уточнения месторасположения БПЛА с использованием особенностей оптического образа поверхности наблюдения.

В основе проведенных исследований лежит идея Дэвида Лоу (Lowe) из Колумбийского университета относительно извлечения отличительных инвариантных признаков из изображений, используемых в качестве связующих точек при сопоставлении различных изображений с разных ракурсов.

Алгоритм SIFT состоит из двух последовательных и независимых операций: обнаружение интересных точек (то есть ключевых точек) и извлечение дескриптора, связанного с каждой из них.

Поскольку эти дескрипторы устойчивы, то предложено их использование для сопоставления пар изображений, одного и того же объекта, но полученных в разное время суток, то есть, при разном освещении, с разных ракурсов, то есть, с разной ориентацией и с разным масштабом.

Так как битовая карта изображения представляет собой достаточно ресурсоемкий объект, который требует большого объема памяти (относительно возможности БПЛА) для его хранения и относительно большие вычислительные способности процессора, то прямое использование алгоритма SIFT не представляется возможным.

Для решения этой задачи была проведена модернизация алгоритма с целью, с одной стороны, при несущественной потере точности, уменьшить число дескрипторов, описывающих объект области интересов, а с другой, представить тестовое изображение исследуемой территории в виде карты векторного поля, с оптимизированными ключевыми точками и векторами ориентации.

Результаты тестовых испытаний, проведенных над полигоном в Днепропетровской области, показали достаточно высокую эффективность предложенной технологии.

## Нечіткі моделі ціноутворення при проведенні закупівель

Шумейко О.О., Шепель О., Дніпровський державний технічний університет, Україна

Білозубенко В.С., Університет митної справи та фінансів, ас. «Ноосфера», Україна

Реформа публічних закупівель в Україні була визнана однією з найуспішніших реформ. Вона здобула значну підтримку як серед громадян України, так і з боку міжнародних експертів. Але, не зважаючи на досить широке визнання, дана реформа зіштовхнулася зі значним опором та складнощами, навіть якщо взяти до уваги те, що до її реалізації було залучене широке коло висококваліфікованих осіб, і за реформою стежила громадськість, у системі ще існують білі плями, пов'язані з широким колом проблем.

Одною із таких проблем є ціноутворення. Проблема визначення справедливої ціни є нечіткою і пов'язана з лінгвістичним сприйняттям таких категорій, як *«трошки дешевше»*, *«незначно дорожче»*, *«суттєво дорожче»* і так інше. Відповідні проблеми можуть призводити до помилок в інтерпретації даних та можуть призвести до некоректних висновків.

Червоною стрічкою, яка проходить через проблеми такого типу, є нечіткість границь класу і супутня неточність, невизначеність справжнього рішення.

Концепція нечисельних множин полягає в тому, що реагує на нашу реальність - відображає можливості теорії нечіткої логіки, що спроможна моделювати неточність і невизначеність реального світу. Введення концепції лінгвістичної змінної та нечисельних правил відкрило нові можливості для багатьох дуже різноманітних застосувань.

Розглянуто модель ціноутворення на товари і послуги, яка заснована на нечітких вимогах. Перелічимо деякі типові вимоги:

1. *продукт повинен мати низьку ціну;*
2. *продукт повинен мати високу ціну;*
3. *продукт повинен мати ціну, близьку до ціни конкурента.*

Додаткові вимоги або правила, що відносяться до конкретної ситуації, можна додати, наприклад, такою умовою

*продукт повинен мати трохи вищу ціну ніж ціна конкурентів.*

Лінгвістичні значення *"низька ціна"*, *"висока ціна"*, *"близька ціна"* можуть бути модифіковані, що призводить до зміни самих вимог.

Суперечливі лінгвістичні значення *"низька ціна"* і *"висока ціна"* можуть бути описані правими і лівими трикутними або трапецієподібними числами на множині альтернатив, що є підмножиною  $R^+$ . Лінгвістична значення *"близька ціна"* може бути описана трикутними числами. Більш того, розглянуто використання лінгвістичних модифікаторів таких, як *«дуже»*, *«не набагато»* та ін. В такому разі модифіковано перше правило буде читатися як *продукт повинен мати дуже низьку ціну.*

Розглянута ситуація, коли рішення приймає група експертів з різним тлумаченням лінгвістичних змінних, що даному разі призводить до аналізу множини, обмеженою відповідними функціями належності.

За результатами досліджень була створена відповідна комп'ютерна реалізація, за допомогою якої були проведені чисельні експерименти, які довели ефективність отриманого рішення.

## Дослідження стану та функціонування залізничної транспортної системи на підставі паралельного опрацювання інформації

Яджак М. С., Тютюнник М. І., Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача НАН України, Україна

Залізничну транспортну систему (ЗТС) України ми розглядаємо як складну систему (СС), стан якої змінюється в часі. Згідно з офіційним сайтом Укрзалізниці кількість об'єктів станційного господарства сягає 1684 одиниці, а протяжність головних колій колійного господарства – 30,3 тис. км.

Під структурною схемою ЗТС розуміємо її послідовний поділ на підсистеми до рівня елементів з урахуванням взаємозв'язків між ними, зображений у вигляді графу. Ця система має мережеву структуру, вузлами якої є станції, ребрами – міжстанційні перегони, а потоками – поїзди. Очевидно, що ЗТС ефективно функціонує завдяки системі управління (СУ), зв'язку та інформаційного забезпечення. Якраз чіткий територіально-ієрархічний принцип побудови СУ є визначальною ознакою поділу ЗТС, як СС, на послідовність підсистем нижчого рівня. Першим є розбиття Укрзалізниці на 6 регіональних залізниць, які складаються з 27 дирекцій залізничних перевезень. Дирекції складаються з дистанцій колі, які поділяються на відділки. Як базові підсистеми, що утворюють відділки, розглядаємо станції та міжстанційні перегони.

Основна функція, яку реалізує ЗТС, є організація надійного та безпечного руху поїздів із встановленими швидкостями згідно з визначеним графіком. З цією метою потрібно досліджувати стан та якість функціонування даної системи. У роботах авторів разом з Поліщуком О.Д. і Поліщуком Д.О. запропонована методика комплексного оцінювання (МКО) стану та якості функціонування ЗТС, яка містить попереднє опрацювання вхідних даних, локальне оцінювання елементів системи, прогностичне, агреговане, інтерактивне оцінювання та візуалізацію результатів дослідження. Вхідними даними для МКО є результати планових оглядів, вимірювань та неперервного моніторингу об'єктів ЗТС. Для колійного господарства елементом є ділянка колії довжиною 1 км, а основною складовою інфраструктури станції є її колійний розвиток. Елементами поїздів є локомотиви та вагони. Загалом, прогнозувати можна як самі оцінки, так і поведінку характеристик об'єктів системи між плановими оглядами, а також готовність структурних елементів ЗТС до обслуговування сезонних змін у пасажиро- та вагонопотоках. Агреговане оцінювання на підставі оцінок елементів дозволяє одержати узагальнені висновки про стан та якість функціонування окремих підсистем ЗТС. Зазначимо, що класи станцій, категорії колій та поїздів є основою для визначення вагових коефіцієнтів при аргументах агрегуючих функцій. Інтерактивне оцінювання мінімізує вплив суб'єктивного фактору і базується на неперервному моніторингу дотримання графіку руху поїздів, які проходять по лінії.

МКО ЗТС України залучає до розгляду велику кількість характеристик, параметрів, критеріїв, режимів функціонування, а тому для своєї реалізації в режимі реального часу потребує значних обчислювальних ресурсів. З цією метою нами запропоновані підходи до розпаралелювання методики оцінювання. Зокрема, формалізовано процедуру локального оцінювання елементів ЗТС і запропоновано паралельно-послідовний підхід до її реалізації; для агрегованого оцінювання побудовано відповідні графові моделі обчислень і паралельні конструкції для їх виконання; розглянуто окремі підходи до розпаралелювання процедури прогностичного оцінювання; розроблено та досліджено алгоритмічні конструкції для паралельного виконання інтерактивного оцінювання. На основі крупноблочного розпаралелювання запропоновано загальний підхід до реалізації МКО ЗТС України. Розроблені нами паралельні алгоритми можуть бути виконані на багатоядерних комп'ютерах, кластерних системах, гібридних архітектурах, у високопродуктивних обчислювальних середовищах тощо.

## Особенности построения и международного взаимодействия отраслевых торговых площадок

Oleksei Satsuta, Slovakia u42.spot.s.r.o

Якунин А.А., Корпорация «Промтелеком», Украина

Торговля обычно трактуется в широком плане. Это заказ самой продукции, её производство, оплата, грузовые перевозки, контроль отдельных этапов логистики и пр. С помощью стандартного описания любого документа, можно формализовать его в электронную форму и передать через Internet без опасения перехвата другими сторонами конфиденциальной информации. Составленные на русском или украинском языке документы будут автоматически транслированы и доставлены зарубежному партнёру на соответствующем европейском или азиатском языке.

Базовой технологией, в этом плане, является система EDI FACT, которая позволяет структурировать и идентифицировать информацию, осуществлять передачу, семантическую обработку между различными пользователями вне зависимости от их национальной принадлежности. EDI FACT (Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport) – это стандарт электронного обмена данными в областях управления (администрирования), торговли и транспорта. Данный стандарт создан, непрерывно развивается и поддерживается специальной рабочей группой (workingparty 4) при Организации Объединённых Наций (ООН). Имеется специальная рекомендация №25 ЕЭК ООН, определяющая область и условия применения EDI FACT. В соответствии с этой рекомендацией считается целесообразным, чтобы национальные правительства инициировали, поддержали и поощряли соответствующие меры по использованию стандарта EDI FACT для международных операций.

Предлагается создание отраслевой площадки, которая позволит проводить торговые мероприятия в электронной форме в том числе создавать открытые конкурсы, агрегировать заявки на участие среди игроков региональных площадок, оценивать логистические издержки, а так же получать консультации по юридическому обслуживанию и валютным рискам сделки.

Целесообразно говорить о своеобразной инфраструктуре отраслевой электронной площадки и её взаимодействии с поставщиками и потребителями.

Такая инфраструктура включает в себя:

1. Группу предприятий и организаций, участвующих в подготовке, заключении и реализации сделки. Это не только продавец и покупатель, но также транспортно-экспедиционные фирмы, страховые компании, банки, таможенные организации и др. Они должны быть аккредитованы на площадке с возможностью непосредственного доступа к ним со стороны продавцов и покупателей.

2. Технологию взаимодействия покупатель-продавец, а также функциональных вспомогательных структур, участвующих в сделке. Немаловажное значение имеет логистика осуществления операционных процедур в процессе подготовки, заключения и реализации сделки.

3. Программно-техническую среду электронной торговли (средства электронного обмена данными, сбора, обработки, накопления, поиска, предоставления производственно-коммерческой информации и т.д.).

4. Телекоммуникационную инфраструктуру взаимодействия потребителей и поставщиков металлопродукции.

5. Систему безопасности и надёжности функционирования программно - технического комплекса.

Относительно взаимодействия покупателя и продавца, на наш взгляд это самая ответственная и самая сложная часть всей проблемы. Материализация технологий в систему программных и технических средств не представляет сегодня особых трудностей. А вот освоение организационных, законодательных положений, соответствующих стандартов взаимодействия – это задачи, которые предстоит настойчиво и последовательно решать, прежде всего, через обучение, с представителями бизнеса.



## Оптимизация транспортной логистики на металлургическом комбинате

Якунин А.А., Корпорация «Промтелеком», Украина

Решение задач производственной логистики является одним из важнейших направлений в работе современного крупного предприятия. Металлургический комбинат с полным производственным циклом имеет в своём распоряжении десятки маневровых тепловозов, внутренний парк железнодорожных вагонов исчисляется сотнями.

Особую важность представляет управление маневровым транспортом (МТ). Технология металлургического производства требует чёткого взаимодействия различных производств, без срывов графиков технологических операций, что привело к строгой привязке маневрового транспорта к определённому месту и операциям. Регламент работы МТ формировался десятилетиями и определялся именно характером, важностью производственных операций. Это приводит к большим производственными потерями и крайне неэффективному использованию МТ. Загрузка современных маневровых тепловозов не превышает 20%, в среднем составляет 12-15%. Попытки повысить эффективность их работы за счёт научной организации труда, расширения диспетчерских функций практически ничего не поменяли.

Новые возможности по созданию эффективных систем транспортной логистики открылись в связи с достижениями в части дистанционной идентификации и контроля местоположения транспортных средств (ТС); общим улучшением состояния транспортной инфраструктуры и применения современных методов оперативного управления. Появилось целое направление интеллектуальных транспортных систем (ИТС) на железнодорожном транспорте, которое по-новому, более эффективно, организует работу транспортных средств.

Всё это позволяет по-новому организовать работу транспортных средств и в частности маневровых тепловозов, резко повысить эффективность их работы. С учетом количества ТС, объем и разнообразие технологических операций, возникли проблемы, связанные с оперативным планированием их работы и созданием условий для практической реализации планов.

Задачи оперативно-колендарного планирования в настоящее время решаются с помощью MES-систем. На металлургическом предприятии такая система представляет собой многофункциональный программный комплекс, предназначенный для оперативного планирования, управления, анализа, контроля и учёта производственных процессов. Большинство функций проходит в режиме реального времени. Для оперативного (сменно-суточного) планирования загрузки оборудования, выпуска продукции применяют имитационные модели (ИМ), учитывающие различные производственные и технологические ограничения.

Корректная постановка задачи управления маневровыми тепловозами требует учёта множества факторов. Кроме базовых данных по времени, объёмам и видам производства важную роль играет возможность транспортных средств выполнить соответствующие логистические операции. Этот комплекс факторов включает в себя возможность свободного продвижения в определённое время между конкретными участками производства, наличия специализированных железнодорожных вагонов, наличия нормативной базы по транспортным операциям различных типов и ряд других организационно-технологических условий. Построение строгой математической модели транспортной логистики чрезвычайно трудно реализовывать на практике. Здесь наиболее приемлемым способом является построение ИМ, с последующим итерационным совершенствованием и хорошей диспетчерской поддержкой.

Для существенного повышения эффективности работы МТ построена ИМ, базирующаяся на существующем регламенте работы, оптимизации загрузки тепловозов по сменно-суточным графикам производства, возможностью оперативного управления транспортными путями и имеющимися наработками по нормативному обеспечению выполнения транспортных операций.

Важным элементом такой системы является программный комплекс диспетчерского контроля. В режиме реального времени на карте-плане предприятия отображается местоположение маневровых тепловозов и состояние контролируемых объектов, выдаются рекомендации по оптимизации маршрутов, прогнозируются возможные отклонения от сменно-суточных графиков производства. Все действия объектов заносятся в архив, анализируя который система выдаёт отчёт о проделанной работе.

Расчёт и отдельные эксперименты показали возможность сокращения маневровых тепловозов на предприятии с полным металлургическим циклом, как минимум на 20-30%.

## Дослідження алгоритмів оптимального керування процесом завантаження складських приміщень

Яшина К. В., Ялова К.М., Волков П.Д., Дніпровський державний технічний університет, Україна

Дугова сталеплавильна піч (ДСП) залишається одним з найбільш енергоємних агрегатів, які застосовуються у чорній металургії. Доцільною з економічної точки зору слід визнати модернізацію ДСП шляхом створення сучасної системи керування, що базується на ефективному алгоритмі керування.

Зважаючи на велику кількість дестабілізуючих факторів (обвали шихти, обрив електричних дуг), якими характеризується виплавка сталі в ДСП, і неможливості точного моніторингу основних параметрів плавки (температура дуг, шихти, розплаву, шлаку, склад розплаву і шлаку) за допомогою вимірювальних приладів, доцільним є моделювання процесів, які відбуваються у робочому просторі печі.

На сьогоднішній день існує низка побудованих за різними принципами моделей, які описують електричні та теплові процеси, що відбуваються в ДСП. При цьому комплексна синергетична модель, яка б враховувала характер протікання електричних, теплових і хімічних процесів, їх взаємозв'язок і взаємовплив, відсутня.

Таким чином, дослідження хімічних процесів, що відбуваються у ДСП змінного струму, за допомогою розробки відповідної математичної моделі та програмного забезпечення (ПЗ) й інтеграція цієї моделі в єдиний синергетичний комплекс є актуальною сучасною задачею.

Задачами дослідження є:

1. Дослідження технічних особливостей та особливостей роботи ДСП.
2. Дослідження хімічних процесів, що відбуваються у ДСП змінного струму.
3. Розробка математичної моделі хімічних процесів, що відбуваються у ДСП змінного струму.
4. Розробка відповідного програмного забезпечення.
5. Інтеграція розроблених математичної моделі та програмного забезпечення в єдиний синергетичний комплекс (ПЗ, що описує комплексну модель, яка враховує характер протікання електричних, теплових і хімічних процесів).

Моделювання хімічних процесів здійснене за допомогою розгляду основних хімічних реакцій, що відбуваються в ДСП. Теплові коефіцієнти цих реакцій при температурі 298 K знайдені за законом Гессе. Маса речовин, що беруть участь у реакціях, та кількість теплоти, що поглинається під час їх протікання, знайдені за допомогою рівняння реакції з урахуванням її швидкості. Розроблена математична модель інтегрована у єдиний синергетичний комплекс, що описує електричні, теплові та хімічні процеси у ДСП.

За допомогою мови програмування C# та середовища розробки Microsoft Visual Studio 2019 створене відповідне програмне забезпечення.

Авторами досліджена адекватність розробленої комплексної моделі процесам, що відбуваються в ДСП. При цьому розглянуті плавки у дуговій сталеплавильній печі ємністю 100 т при 20 т «болота». Для завдання початкових маси, складу й температури шихти та «болота» використані протоколи плавки печі ДСП-3 Білоруського металургійного заводу. Електричні, теплові й хімічні характеристики процесу розраховані за допомогою розробленої моделі. При цьому точність обчислення основних параметрів плавки склала не менше 94%.

Таким чином, результати дослідження основних хімічних реакцій, що протікають в робочому просторі дугових електросталеплавильних печей, забезпечили отримання інформації про склад шихти, розплаву, шлаку, пічної атмосфери, кількість тепла, що поглинається або виділяється в результаті хімічних перетворень, які протікають у ДСП. Це дозволило побудувати просту адекватну модель хімічних процесів, які відбуваються в робочому просторі дугових сталеплавильних печей.

## **Дослідження алгоритмів оптимального керування процесом завантаження складських приміщень**

Яшина К. В., Ялова К.М. Палій В.В., Дніпровський державний технічний університет,  
Україна

Сьогоднішній склад – це набагато більше, ніж просто сховище для інвентарю. Створення розумного складу з використанням новітніх технологій ланцюга поставок дає багато переваг. Пристрої та датчики радіочастотної ідентифікації дозволяють менеджерам складу в будь-який час дізнатися точне місце розташування і прогрес будь-якого продукту. Переносні пристрої «без рук» дозволяють працівникам переміщатися і отримувати доступ до інформації та інструкцій з будь-якої точки складу, не будучи обмеженими робочими станціями. Крім того, інвестиції в інформаційні технології можуть скоротити використання ручної праці, підвищити швидкість та точність доставки, а також дати роздрібним продавцям можливість отримати безпрецедентну прозорість у ланцюгах запасів і поставок. При цьому основою інформаційних рішень, що використовуються, є алгоритм управління процесом заповнення складських приміщень. Таким чином, дослідження алгоритмів оптимального управління процесом завантаження складських приміщень є актуальною науково-дослідницькою задачею.

Основними завданнями даної роботи є вирішення наступних проблем, які безпосередньо стосуються автоматизації керування сучасним складом:

за допомогою аналітичного дослідження обрати сучасний алгоритм оптимального керування процесом завантаження складських приміщень;

за допомогою аналітичного дослідження обрати сучасні інформаційні технології для розробки автоматизованої системи керування складським приміщенням;

спроєктувати та реалізувати автоматизовану систему керування складським приміщенням інтернет-магазину;

виконати тестування та верифікацію автоматизованої системи керування складським приміщенням інтернет-магазину.

Авторами розроблена система керування складським приміщенням зберігання сухого корму для собак інтернет-магазину «PetMarket».

При цьому керування процесом завантаження призвело до необхідності вирішення відомої задачі про рюкзак, яка формулюється так: рюкзак (склад) має обмежену вантажність. Потрібно так заповнити рюкзак, щоб отримати максимальний прибуток.

На сьогоднішній день існує кілька алгоритмів рішення задачі про рюкзак: точні та наближені. Авторами був обраний жадібний алгоритм завдяки високій швидкості роботи та простоті реалізації.

Автоматизована система керування (АСК) розроблена за допомогою системи управління базами даних Microsoft SQL Server 2010 та мови програмування C# у середовищі розробки MS Visual Studio 2019. Під час проектування АСК визначені складові нормативно-довідникової (виробники, країна-виробник, клас корму, порода собаки, розмір породи, вік собаки, призначення корму, упаковка корму, постачальники, банк постачальника, розрахунковий рахунок у банку), вхідної (акт прийому корму, акт відвантаження корму) та вихідної інформації (продукція на складі, замовлення корму).

Тестування розробленого програмного забезпечення (ПЗ) виконувалось за методом «білої скриньки», в процесі розробки використовувалось модульне тестування.

Таким чином, виконане авторами дослідження алгоритмів оптимального керування процесом завантаження складських приміщень та використання сучасних інформаційних технологій дозволило створити якісну автоматизовану систему керування складом за допомогою використання жадібного алгоритму для розв'язання поставленої задачі.

## Исследование устойчивости решения дифференциального уравнения, описывающего работу параметрического генератора частоты

Ящук Е. И., Петровский С. С., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени акад. В. Лазаряна, Украина

В связи с развитием инфраструктуры железнодорожного транспорта, повышением скоростей движения и увеличением объемов перевозок возрасли требования, предъявляемые к устройствам сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ). Одним из обязательных условий нормального функционирования аппаратуры является ее защита от коммутационных перенапряжений и грозовых разрядов, влияние которых оказывает дестабилизирующие и даже разрушительные последствия, что сказывается на экономических показателях железнодорожного транспорта в целом. Разработка современного устройства, обеспечивающего защиту аппаратуры от перенапряжений на сегодняшний день является актуальной задачей. Как известно, на сети железных дорог Украины широко используются преобразователи частоты ПЧ 50:25, изобретенные в свое время профессором кафедры «Автоматика, телемеханика и связь» Разгоновым А. П. На базе этого устройства была разработана математическая модель параметрического генератора частоты на неколлинеарных магнитных полях ПГ 50:50. Изготовлен макетный образец и проведено множество как теоретических, так и практических исследований.

Работа ПГ 50:50 протекает в существенно нелинейном режиме. При достижении генератором точки бифуркации наблюдается генерация колебаний, вследствие чего устройство переходит в свой нормальный неустойчивый режим работы. Точку бифуркации и, соответственно, начало генерации можно смещать как в большую, так и в меньшую стороны. Но при этом изменяется область рабочих напряжений, а для нас этот показатель является важным, так как предусматривается использование ПГ в качестве стабилизированного вторичного источника питания устройств СЦБ. Поэтому составленное нелинейное дифференциальное уравнение второго порядка, описывающее работу параметрического генератора ПГ 50:50, для более глубокого представления математического описания происходящих физических нелинейных процессов было исследовано на устойчивость решения. Следует отметить, что нелинейные процессы являются крайне сложными и до конца не изученными, поэтому методов их исследования довольно ограниченное количество и оно варьируется в зависимости от особенностей исследуемой системы. Данное нелинейное уравнение описывает работу генератора, имеющего схожесть с гармоническим осциллятором, для решения дифференциального уравнения которого применяются два асимптотических метода: Ван-дер-Поля (или метод медленно меняющихся амплитуд) и Пуанкаре. Существует также метод гармонического баланса, который, по сути, является производным метода Ван-дер-Поля. Согласно методу Ван-дер-Поля исходное уравнение, приведенное к безразмерному виду, разбивается на укороченные уравнения, в результате чего получается система, состоящая из двух уравнений. Для простоты и наглядности исследования устойчивости работы устройства дифференциальное уравнение было решено в полярной системе координат с использованием полярных переменных Ван-дер-Поля. Были исследованы независимо друг от друга два укороченных уравнения на фазовой плоскости. При решении уравнений были получены корни, один из которых соответствует неустойчивому состоянию равновесия, а второй – устойчивому предельному циклу. Был определен коэффициент обратной связи, при котором предельный цикл сливается с устойчивым фокусом, передав ему свою устойчивость. Для этого коэффициента получена бифуркационная зависимость, которая, как в дальнейшем подтвердили экспериментальные исследования.

В результате исследований были получены решения на фазовой плоскости, которые ложатся в основу дальнейших экспериментальных опытов. При помощи полученной математической модели можно, задаваясь определенными исходными данными, получить наглядные ответы в виде предельных циклов, фокусов на фазовой плоскости, отображающих реальные дальнейшие экспериментальные исследования. Результаты нашего теоретического исследования показали, что точкой бифуркации, начиная с которой ПГ переходит в неустойчивое состояние генерации колебаний, является напряжение 180 В, что было подтверждено проведенными в дальнейшем экспериментальными опытами. Начиная с этого порогового напряжения ПГ 50:50 проявляет свои стабилизирующие свойства как вторичный источник питания.

## Оптимизация выходных параметров генератора частоты на неколлинеарных магнитных полях ПГ 50:50

Ящук Е. И., Щека В. И., Петровский С. С., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени акад. В. Лазаряна, Украина

Параметрический генератор частоты на неколлинеарных магнитных полях ПГ 50:50 был разработан и изготовлен как вторичный стабилизированный источник питания и эффективное защитное средство от грозových разрядов. При проведении экспериментальных исследований этого устройства возникли сложности в достижении нужной выходной мощности  $P$  и коэффициента стабилизации  $k_{cm}$ . Для увеличения этих параметров, как известно, нужно повышать число витков обратной связи  $W_{12}$ , уменьшать сопротивление нагрузки  $R_n$ , увеличивать величину емкости выходного колебательного контура  $С_k$ . Но точного ответа, насколько необходимо изменить эти параметры, чтобы достичь оптимального режима работы генератора, нет. Поэтому для обеспечения заявленных функций этого устройства, нужно подобрать оптимальные величины, влияющие на работу параметрического генератора. Основными параметрами, подлежащими варьированию, являются входное напряжение  $U_1$ , сопротивление нагрузки  $R_n$ , емкость контура  $С_k$ , число витков обмотки обратной связи  $W_{12}$ , число витков обмотки накачки  $W_{11}$ , ток в обмотке накачки  $i_n$ . Основными оптимизируемыми выходными параметрами генератора, как заявлялось выше, являются  $P$  и  $k_{cm}$ . Они представляют собой непрерывные функции в многофакторном пространстве с ограничениями, которые в первую очередь связаны со «срывом» параметрических колебаний. Были получены зависимости  $P$  и  $k_{cm}$  от функций входных параметров. Из них следует, что  $P$  и  $k_{cm}$  изменяются и имеют локальные экстремальные значения. Задачей исследования является определение оптимальных режимов работы параметрического генератора. Оптимизация заключается в определении максимально допустимой мощности  $P$  и максимального коэффициента стабилизации  $k_{cm}$ .

Для осуществления полного факторного эксперимента необходимо провести  $2^6$  экспериментов вследствие наличия шести варьируемых величин, что значительно усложняет задачу исследования. Поэтому было принято решение применить дробный факторный эксперимент (ДФЭ). Дробная матрица планирования (ДМП) составляет долю числа строк полной матрицы планирования (ПМП), кратную  $2^{-p}$ . ДМП строится таким образом, чтобы она была ортогональной, нормированной и симметричной. Для построения ДМП были введены генерирующие соотношения (ГС) и определяющие контрасты (ОК). Ортогональное планирование эксперимента было проведено на двух уровнях с применением ДМП. Из шести входных варьируемых переменных было выбрано три основных. Для оставшихся трех переменных было составлено ГС. После проведения эксперимента в пробных точках была проведена проверка воспроизводимости и статической значимости коэффициентов. В результате получены оптимальные значения  $P$  и  $k_{cm}$  в районе базовой точки. Проведена статистическая проверка адекватности полученных математических моделей и экспериментальных данных по критерию Вилкоксона на 5 % уровне значимости. В результате чего сделаны выводы, что полученные модели адекватны и довольно точно описывают поверхность отклика в многомерном факторном пространстве.

Для определения оптимального режима работы параметрического генератора частоты на неколлинеарных магнитных полях был применен метод крутого восхождения (МКВ). Результаты эксперимента в точках отличались от расчётных данных. Поэтому проведен эксперимент в новой базовой точке, которая отличалась от исходной. Эксперимент был проведен в пробных точках, которые реализуются согласно матрицы планирования ПФЭ. Определены построчные дисперсии, дисперсионное отношение по  $G$  – критерию Кохрена. Для дальнейшей оптимизации ПГ с применением МКВ в направлении градиента проводились пробные шаги, а в новых точках ставились «мысленные» и реальные опыты. При полученных в результате проведения МКВ входных параметрах, была экспериментально снята амплитудная характеристика ПГ 50:50.

Следовательно, применение ПФЭ с использованием МКВ позволило определить оптимальный режим работы генератора с высокими выходными показателями  $P$  и  $k_{cm}$ , что обеспечивает корректную работу ПГ 50:50.

## **ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СФЕРІ ОСВІТИ**

## Engineering education in Georgia and its main tasks in field of mechanics

Abesadze B.A., Kipiani G.O., Georgian Aviation University, Georgia

The present topic is devoted to a concise survey of a role of mechanics in engineering education in Georgia.

On the basis of modernization of the curriculum in recent years, we have declared an uncompromising struggle against reduce of the hours of fundamental subjects, including of theoretical mechanics without of any justification. It should be noted that even in developed countries the trend is the opposite.

For example, in the field of engineering specialization programs in Germany, in particular, 18 to 32 credits have been allocated for the course of bachelor's theoretical mechanics in at the technical university (level I).

It should be noted that insufficient hours of theoretical mechanics negatively affect on the training of qualified personnel. So, for example, the material read in such an important subject as higher mathematics will be wasted, since theoretical mechanics is a discipline that first studies the application of a mathematical apparatus in solving of real engineering problems. In addition, the of mechanics statement applied in different engineering courses will remain unclear and non-perceptible for students.

For a thorough study of the strength of materials is necessary the knowledge of mathematics, physics, and theoretical mechanics. The main base represents the theoretical mechanics that studies the equilibrium and motion of conditionally absolutely solid bodies. The strength of materials, in contrary to theoretical mechanics, represents one of the main directions of general mechanics - the mechanics of deformable solids, on the other hand, from the point of view of engineering application it refers to structural mechanics, moreover, it is the basis of structural mechanics. In addition to the strength of materials, structural mechanics includes:

- The theory of elasticity, creeping, and plasticity;
- Theory of structures (statics, dynamics, and stability of structures);
- Structural mechanics of special combined systems.

**Structural mechanics** was studied at the Civil Engineering, Transport Faculties during four semesters (rod systems, stability, dynamics), the Faculty of Architecture, over two semesters (rod systems), and the Mining Faculty for two semesters (rod systems) based on curricula approved by faculties.

**Modern mechanical engineering**, as engineering of industry and mechanics, as a branch of engineering education, are important factors for the technical development of the country.

It is noteworthy that the "Soil Mechanics" at the university is lecturing in three faculties: Civil Engineering, Transport and Geology. The subject program in all three faculties is slightly different in accordance with the requirements of the specialty.

"**Composite body mechanics**" is compiled in accordance with the BS course (in small dose), MC and PhD course programs. It is noteworthy that under the indicated title this subject is not lecturing in any of the higher educational institutions of Georgia. An exception is only Georgian Aviation University.

## **Erasmus+ Project CRENG SO. Crisis and Risks Engineering Services**

Pchynko O., Skalozub V., Chernova N. Dnipropetrovsk National University of Rail Transport, Ukraine

Project goals. To support the development of Crisis and Risks Engineering for transport services (CRENG) to ensure sustainability of Ukraine (UA), Azerbaijan (AZ) and Turkmenistan (TM) transport systems for their integration into Global transportation network. To contribute CRENG development in PCs the project will create the environment for education of high skilled specialists in line with labor market and according to EU best practices and Bologna process.

The strategic objective of CRENG SO is to create conditions for the development of the project results after its completion and to facilitate the flow of funds for maintenance and development created by the project laboratory facilities. The legal form of CRENG SO may differ according to the structural unit of the university or to the separate legal entity. CRENG Service Offices will be responsible for planning, organization and quality control of refreshing courses for graduates.

The activities plan is structured as follows:

identification of the need in training courses, for this the list of target organizations should be worked out among small business, large regional enterprises, local authorities of transport management etc., a survey should be conducted to find out main questions on which the training courses will be focused according to regional aspects;

creation of three days training courses programs;

supporting the involvement of stakeholders and signing agreements between university and stakeholder;

conducting refresh courses by academic teachers of P5-P13 using the teaching environment which will be created through to project: new modules on CRENG, CRENG Labs, teaching materials located on WEB-based platform and MOODLE;

each listener will receive a certificate on professional development;

after the course conduction, a survey among course visitors will be conducted to find out if the service satisfied customer. P1-P4 will consult P5-P13 in all activities.

Possible scope of activities of CRENG SO:

- marketing of needs in the area of CRENG and the development of appropriate services for different target groups.
- periodical conducting of the University audit on existing training courses aiming to replace/ upgrade outdated curricula and develop new ones.
- studying the needs of industrial enterprises, transport and logistics companies in service training of professional personnel.
- searching for interested organizations and sponsors.
- supporting IPBL by providing links between EU and PCs universities inside and outside the consortium.

CRENG SO can also be considered an integral part of new and existing student startups for innovative technology development enterprises, business incubators, technology parks or subdivisions.

One of the main tasks of CRENG SO is carrying out of introduction seminars regarding CRENG. Universities can create CRENG SO based on new laboratories in the frame of the project to expand their capabilities. CRENG SO can provide services based on the development of the materials created within the project disciplines e.g. seminars on CRENG; engineering services on request of interested persons / companies in relevant fields.

Basic academic disciplines: Risk and crisis engineering of Transport systems; New challenges for crisis and risk management in logistics systems; Supply chain management and networks; Health, Safety & Environmental Management Systems; Project management and leadership in logistics and research, through open communication and team-working; Research methods and professional development; Carrier Managing, Soft skills for engineer, basics of technical creativity. <https://www.creng.eu/index.php/documents>



## **Використання сучасних технологій Wi-Fi 6 та WPA3 у закладах вищої освіти**

Бойко Д. С., Кумченко Ю. О., Криворізький національний університет, Україна

Сучасний процес проектування та розгортання бездротових мереж за технологією Wi-Fi у закладах вищої освіти (ЗВО) має ряд проблем, зокрема: збільшення числа користувачів мережі, обсягів інформації, яку необхідно передати, та підвищення захищеності мережі загалом. Для вирішення цих проблем, комітетом зі стандартів LAN/MAN Інституту інженерів з електротехніки та електроніки (IEEE) і організацією Wi-Fi Alliance було розроблено новий стандарт бездротових мереж Wi-Fi 6 (802.11ax), а також набір протоколів захисту передачі даних у бездротових мережах WPA3.

Стандарт Wi-Fi 6 забезпечить більшу кількість одночасно працюючих користувачів у ЗВО, за рахунок використання технології множинного доступу з ортогональним частотним розподілом каналів, що дозволяє оптимізувати передачу даних, шляхом розподілу частотного каналу на підрядні шириною близько 78 кГц. Водночас у новому стандарті реалізована підтримка модуляції методом квадратичних амплітуд QAM 1024 (Quadrature Amplitude Modulation), що дозволяє збільшити кількість біт інформації, яку необхідно передати в розрахунок на 1 Гц частотного діапазону, в теорії це дозволить збільшити швидкість передачі інформації на 25% у порівнянні з попередньою версією стандарту бездротових мереж Wi-Fi 5. Теоретична максимальна швидкість передачі даних стандарту Wi-Fi 6 – 9,6 Гбіт/с. У разі, якщо поряд обладнано декілька існуючих точок доступу до бездротової мережі і частотні канали завантажені, підвищується ризик втрати пакетів та помилок передачі даних, для вирішення цієї проблеми у Wi-Fi 6 реалізовано маркування трафіку, що дозволяє розрізняти власний трафік та трафік інших точок доступу, ефективніше формувати запити на передачу даних, зменшуючи затримки та підвищуючи надійність та ефективність передачі даних у ЗВО.

За безпеку передачі даних відповідає новий набір протоколів захисту бездротових мереж WPA3, до складу якого входить новий метод автентифікації пристроїв – SAE (Simultaneous Authentication of Equals), який визначає спосіб взаємодії пристрою користувача та точки доступу до бездротової мережі, при обміні інформацією та криптографічними ключами, таким чином при кожному новому з'єднанні встановлюється новий шифрувальний пароль. Також у новому стандарті захисту використовуються 192-бітні протоколи захисту та шифрування даних, для захисту всієї мережі, WPA3 може використовувати 256-бітний протокол Galois/Counter Mode для шифрування, 384-бітний Hashed Message Authentication Mode режим для створення і підтвердження ключів та алгоритми Elliptic Curve Diffie-Hellman exchange, Elliptic Curve Digital Signature Algorithm для автентифікації ключів, що дозволить забезпечити захист інформації на усіх етапах передачі інформації від реєстрації пристрою в мережі до безпосередньої передачі даних. Для захисту користувача, у відкритих мережах ЗВО, використовується протокол Enhanced Open, що будується на принципі опортуністичного бездротового шифрування, для захисту від пасивного прослуховування, шляхом покращення шифрування даних.

Таким чином, новий стандарт бездротових мереж Wi-Fi 6 дозволяє будувати мережі більш високої ємності та являє собою більш надійне середовище передачі даних з мінімальними затримками та більш високою швидкістю передачі інформації, так само набір протоколів захисту бездротових мереж WPA3 забезпечує конфіденційність, цілісність та захист інформації, що передається у бездротовій мережі. Отже, пропонується впровадження даних сучасних технологій при розробці комп'ютерних мереж у ЗВО для забезпечення швидкого, ефективного та безпечного обміну інформацією.

## Діагностування в системі змішаного навчання

Гришечкін С. А., Гришечкіна Т. С., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

В доповіді змішане навчання розглядається як поєднання очної та дистанційної форм. Аудиторна складова освітнього процесу здійснюється в традиційній формі, а самостійна робота винесена в систему дистанційного навчання (СДН). З переліку основних функцій оцінювання, а саме: діагностична, мотивуюча, коригуюча, навчальна, виховна, управлінська; зосередимось на першій – діагностичній. Її визначимо як встановлення рівня відповідності реальних результатів навчання еталонним. В доповіді розглянута дистанційна складова діагностики, яка реалізована у вигляді комп'ютерних тестів, які використовуються і як частина поточних контролів, і як підсумковий контроль.

Що є еталоном результату навчання? На питання тривалий час була досить розпливчата відповідь. Це підтверджує аналіз формулювань критеріїв оцінювання багатьох закладів вищої освіти країни. Але, з переходом освітньої галузі на нові стандарти, формування еталону стало більш чітким. Адже в галузевих стандартах і, як наслідок, в освітніх та робочих програмах результати навчання сформульовані за smart-формою, тобто, є вимірюваними, конкретними, досяжними тощо.

Для комп'ютерного діагностування використовується банк питань, який складається із окремих категорій гомогенних тестових завдань. Категорії розрізняють: 1) за тематичною ознакою; 2) за формою тестових завдань; 3) за змістом тестових завдань; 4) за рівнем тестових завдань.

Процес вимірювання рівня знань передбачає здійснення таких кроків: 1) виявлення наявності знань; 2) вимір абсолютного показника рівня знань; 3) визначення відносного показника рівня знань; 4) співвіднесення відносного показника з прийнятою шкалою; 5) присвоювання відповідної оцінки.

В освітянській практиці поширення отримав лінійний комп'ютерний тест. Найбільш досконала його реалізація передбачає вибір кожного питання із окремої категорії тестових завдань, причому, вибір здійснюється випадковим способом. Таким чином, отриманий набір тестових завдань спирається на нормативний зміст дисципліни. І в цьому сенсі може конфліктувати із заявленим в освітній програмі принципом – студентоцентроване навчання, яке спирається на наявний рівень знань студента з адаптацією до нормативного.

В руслі принципу студентоцентрованого навчання реалізують діагностичну функцію адаптивний та багатоступеневий комп'ютерні тести. На нашу думку, для підсумкового тестування більш точним та надійним є багатоступеневий тест. Оскільки, він дозволяє не тільки точно виміряти рівень навчальних досягнень, але і повно охопити тематичний склад дисципліни. Хоча може мати більшу довжину ніж адаптивний тест.

Для будь-якого із зазначених тестів важливим фактором є однакове або близьке значення складності тестових завдань в межах однієї категорії. Аналіз складності тестових завдань в окремих категоріях, сформованих за вище указаними критеріями відрізняється на 5...7 %.

В доповіді наводиться порівняльний аналіз тестування студентів за лінійним та за багатоступеневим тестами. Показано, що крива розподілу балів є симетричною гаусівською кривою для багатоступеневого тесту. Для лінійного тесту симетричність відсутня, вершина зміщена ліворуч. Медіана має більше значення для багатоступеневого тесту.

## **Особливості розробки програмного забезпечення інформаційної системи «довідник студента»**

Дережа В.О., Селівьорстова Т.В., Національна металургійна академія України

Відомо, що питання вдосконалення організації навчального процесу мають значну важливість для студентів та навчального персоналу. На даний момент широке розповсюдження мають спеціалізовані гаджети та інформаційні системи, що дозволяють пришвидшити адаптування студентів першого курсу, в тому числі іноземних студентів.

Мета роботи – розробка додатку-програми і алгоритмів оптимізації та для супроводження організації навчального процесу, а також алгоритмів оптимізації та координації роботи навчального персоналу.

У роботі було виконано:

- розроблено простий інтуїтивно зрозумілий графічний інтерфейс та створено кросплатформний додаток-програму для відображення та роботи на стаціонарних та мобільних пристроях;

- створено базу даних для зберігання необхідної для роботи ПЗ інформації;

- навчальному персоналу надано можливість створення та керування розкладом занять та тимчасовими замінами, графік навчальних днів(з урахуванням святкових днів, карантину);

- перегляд графіку сесії, захисту курсових та дипломних проектів;

- надано можливість перегляду графіків найближчих запланованих заходів закладу (конференцій, концертів, зборів тощо);

- новини закладу тощо;

- спроектовано план навчального закладу для кращого орієнтування студентів;

- функція зворотного зв'язку, щодо пропозицій для покращення ПЗ, запитань або зауважень.

Актуальність роботи полягає у тому, що розроблене ПЗ може служити додатком, якщо не повною заміною для:

- дошки з розкладом;

- інформаційних стендів.

Для роботи програмного засобу потрібен MySQL сервер, робоча машина(термінал-кіоск) з клієнтом програми на операційних системах Windows(7,8,10), Linux(Ubuntu, Mageia, Arch та ін.), macOS(OS X 10.9 або новішої версії). Програмне забезпечення також має можливість використання на мобільних пристроях з операційними системами iOS та Android. Програмне забезпечення розроблене на мові Python 3.7. Графічна оболонка(GUI) розроблена за допомогою фреймворку Kivy. Зрозумілий web-дизайн реалізовано за допомогою фреймворку Django для користування через інтернет-браузер.

ПЗ не має обмежень та вимог щодо користувачів, відкрите для нових ідей та пропозицій для покращення.

## Досвід використання платформи Arduino в навчальному процесі університету

Дзюба В. В., Івін П. В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Arduino - апаратна обчислювальна платформа для аматорського конструювання на базі мікроконтролера, що стала дуже популярна останні роки. Наявність великої кількості готових Arduino-проектів, відкритий доступ до схеми пристрою та програмних кодів дає можливість створення нових проектів будь-якої складності та постановки будь-яких лабораторних робіт.

Протягом двох років для виконання індивідуальних творчих завдань з дисципліни «керуючі мікроконтролери» студенти мали можливість використати на власний вибір Arduino Uno, USB версію навчального макету EV8031/AVR фірми Open System, на базі котрого побудований стандартний курс лабораторних робіт, або робочий прототип навчального макету, що був розроблений у рамках дипломної роботи в 2017 році студентом кафедри ЕОМ Дмитрієм Дрегвалем. Особливістю останнього варіанту є можливість побудови на одній платі різних схем комутації елементів макету за допомогою штиревих роз'ємів, що з одного боку побудований на платі як EV8031/AVR, з іншого – дозволяє розробляти власні проекти як Arduino, обмежені лише елементами, розташованими на платі (набір елементів включає світло діоди, статичні та динамічні сегментні індикатори, LCD, АЦП/ЦАП, кнопки, макет сумісний з Arduino модулями та містить у собі мікроконтролер ATmega2560 і може програмуватись як за допомогою Arduino IDE так і Atmel Studio) – проміжний варіант між Arduino та EV8031/AVR.

Навчальні дисципліни кафедри ЕОМ, що використовують платформу Arduino це:

- керуючі мікроконтролери (розробка та програмування невеликих схем на базі мікроконтролера у рамках лабораторних та практичних робіт);
- інтерфейси (отримання практичного досвіду використання промислових інтерфейсів rs232 / rs485 / CAN-bus/ Ethernet, включення цих інтерфейсів до мікропроцесорної системи);
- проектування мікропроцесорних систем (отримання практичного досвіду програмування окремих елементів мікропроцесорної системи – контролеру переривань, програмованого периферійного адаптеру, програмованого послідовного інтерфейсу, побудови мікропроцесорної системи)

Використання Arduino-платформи є дуже привабливим з точки зору студентів – багато готових робочих прикладів, велика кількість елементів, варіативність побудови схем, зручність написання програмної частини. З іншого боку, використання Arduino-платформи для навчальних курсів має ряд недоліків: зі сторони закупівлі, помилки в позначеннях, неякісні та дуже ненадійні поєднання за допомогою штиревих роз'ємів, відсутність програмної підтримки окремих модулів, повна відсутність документації до окремих модулів, частково робочий програмний код, необхідність інвентаризації модулів, проблема зберігання модулів та інші.

Порівняння використання різних макетів та платформ в навчальному процесі дає можливість побудови більш продуктивної навчальної програми окремих дисциплін, формування у студентів різнобічних практичних навичок, а також дозволить:

- використання платформи Arduino для інших навчальних дисциплін університету;
- виконувати у майбутні роки за участю магістрантів кафедри розробку власної, що базується на відкритих схемах/програмних кодах, апаратної платформи яка позбавлена недоліків Arduino та більш зручна для використання у навчальному процесі (тема для реальної дипломної роботи магістра).

## Конструктивное моделирование взаимосвязанных автомобильных потоков

Диденко А.И., Литвиненко К. В., Днепропетровский национальный университет  
железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, Украина

Задача моделирования автомобильных и пассажирских потоков в транспортной сети крупных городов является актуальной в связи с возросшим объемом передвижений. В современных условиях математическая модель должна учитывать следующие важные аспекты процесса формирования транспортных потоков:

- в условиях высокой степени загруженности улиц и дорог, пропускные способности элементов сети играют решающую роль при выборе путей передвижений;
- структура передвижений резко меняется на протяжении суток, а также в зависимости от дня недели и времени года;
- на выбор путей и способов передвижений влияют факторы разной природы, такие как время, цена передвижения и другие;
- существует взаимная зависимость между процессами формирования автомобильных потоков и пассажирских потоков в системе общественного транспорта.

В настоящее время разработано много моделей, позволяющих учесть те или иные особенности процесса формирования транспортных потоков. В данной работе представлена комплексная модель транспортной системы крупного города, позволяющая моделировать передвижения на всех видах транспорта с учетом перечисленных выше аспектов.

Исходными данными для моделирования являются данные о передвижениях населения, т.е. среднем количестве передвижений, совершаемых с различными целями в течение суток (или недели) средним жителем, а также данные о размещении в плане города объектов, порождающих передвижения (мест приложения труда, объектов торговли и обслуживания и пр.).

Для прогноза структуры передвижений производится расчет целого набора матриц корреспонденций между расчетными районами города, соответствующих передвижениям разного типа (пешеходным, автомобильным и совершаемым в системе общественного транспорта), с разными целями и в разное время суток. Для учета суточной неравномерности расчеты производятся отдельно для каждого периода суток (например, для утреннего и вечернего часа «пик» и на средний дневной час).

Для моделирования загрузки улично-дорожной сети используется концепция равновесного распределения потоков. Расчет загрузки системы общественного транспорта может производиться по модели оптимальных стратегий, явно использующей систему маршрутов, а также приближенно в сетевой форме (по оптимальным путям).

В качестве критерия оценки путей при расчете загрузки и для оценки межрайонных «транспортных» дальностей при расчете корреспонденций используется «обобщенная цена» передвижения, которая включает в себя факторы разной природы, такие как время или цена (денежные затраты) передвижения.

Важной особенностью в задаче прогноза потоков является следующая обратная связь: матрицы корреспонденций и коэффициенты расщепления по типам передвижений зависят от обобщенных цен межрайонных передвижений. Однако сами эти цены зависят от результирующей загрузки элементов транспортной сети (и, в частности, могут различаться в разное время дня). Для приведения «входных» и «выходных» цен в соответствие друг с другом организуется итерационный процесс вычисления матриц и загрузки.

## **Розробка навчального курсу із VR-AR для студентів спеціальності “Комп'ютерна інженерія”**

Іванов О. І., Устенко А. Б., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна

У зв'язку із стрімким розвитком технологій віртуальної та доповненої реальності (VR, AR) задача вивчення систем цього напрямку для майбутніх спеціалістів з комп'ютерної інженерії є досить актуальною. Підходи до її вирішення у нашому університеті досліджуються в межах магістерської роботи. Зокрема вирішуються питання загальних вимог до відповідного курсу, рекомендацій щодо структури та змісту лекцій, а також питання розробки та дослідження методики виконання лабораторних робіт. Тут ми викладемо найбільш важливі одержані результати.

Виходячи із аналізу навчальних планів спеціальності «Комп'ютерна інженерія» для бакалаврів та магістрів кафедри ЕОМ нашого університету обґрунтована доцільність вивчення курсу з VR в 6-7 семестрі в якості вибіркової дисципліни (орієнтовний обсяг курсу — 3 кредити ECTS, зокрема 16 годин лекцій та 16 годин лабораторних). При обґрунтуванні враховується аналіз готовності студентів до сприйняття курсу, погодженості з поточною версією планів.

Згідно спрямованості курсу обґрунтований розгляд в лекціях наступних тематичних блоків: уявлення про технології VR-AR та їх використання (2 години); технічні засоби VR-AR (4 години); сучасні інтернет-додатки та інтернет-сервіси VR-AR (2 години); програмні засоби VR-AR (2 години); типові інтерфейси систем VR-AR (2 години); методи та проблеми розробки систем VR-AR (4 години); перспективи розвитку систем VR-AR (2 години). Для всіх блоків запропонована орієнтовна деталізація їх змісту та огляд відповідних джерел.

За результатами аналізу змісту лабораторних робіт обґрунтовані наступні положення:

- сучасні технічні засоби (мобільні телефони загального призначення, а також бюджетні моделі кардбордів та джойстиків) дозволяють реалізувати досить економічний варіант оснащення лабораторії для дослідження базових рішень з VR;
- передумовою ефективності лабораторних занять є активне використання сучасних інтернет-додатків VR (зокрема від Google);
- пріоритетними задачами лабораторного курсу є одержання досвіду та навичок використання типових технічних засобів та додатків VR, а також оцінювання ефективності взаємодії компонентів таких систем;
- на першому етапі створення курсу ставиться задача постановки 4 лабораторних робіт із подальшим можливим розширенням їх кількості та тематики.

Розроблена методика виконання лабораторних робіт за наступною тематикою: №1. Ознайомлення з можливостями VR; №2. Створення відео для середовища VR; №3. Вивчення маніпуляторів і способів інтерактивної взаємодії з VR; №4. Дослідження проблем ергономічності використання систем VR. Для всіх лабораторних передбачена детальна проробка їх виконання із урахуванням особливостей наявних в лабораторії технічних засобів. Виконується розробка методичних вказівок до лабораторних та апробація запропонованої методики за участю студентів. Підходи до розробки та апробації методики виконання лабораторних робіт із курсу VR детально розглядаються в доповіді на прикладах лабораторних робіт №1 та №2.

## **Формирование компетенций бакалавров на основе междисциплинарных связей в курсе «Информационные системы электронного бизнеса»**

Коротенко Г.М., Коротенко Л.М., Андрузская А.М. Национальный технический университет «Днепропетровская политехника», Украина

Специальные (профессиональные) компетенции бакалавров области знаний 12 «Информационные технологии» непосредственно зависят от конкретной профессиональной деятельности будущего выпускника. Поэтому, следует учитывать, что это подразумевает использование систематизированных, регламентированных и квантифицированных методов решения задач разработки, эксплуатации, сопровождения и утилизации программного обеспечения (ПО) для функционирования современных информационных систем (ИС). При этом как бизнес-процессы, так и ПО должны соответствовать заданным техническим, экономическим и социальным требованиям.

В настоящее время одним из глобальных трендов совершенствования производственных и бизнес-процессов является цифровая трансформация, опирающаяся на активное внедрение новейших ИС и информационных технологий (ИТ). Они являются неотъемлемой составляющей современного предпринимательского мышления и процессов принятия решений. С их внедрением интегрированные бизнес-информационные системы все больше превращаются в интеллектуальные системы цифрового бизнеса. Уже вырисовались основные звенья таких систем. Это: планирование ресурсов предприятия (ERP), управление цепочками поставок (SCM), управление взаимоотношениями с клиентами (CRM), бизнес-аналитика (BI) и анализ больших данных (BDA) в структуре используемых облачных сервисов. Это требует взаимного глубокого проникновения бизнес-ориентированного мышления в формирование компетенций ИТ-специалистов и наоборот.

Кроме того, на наш взгляд, важным является рассмотрение взаимосвязи между цифровыми инновациями, с одной стороны, и информационными системами учета и управления, с другой. Важнейшими составляющими технологических решений являются облачные вычисления (Cloud Computing), интеллектуальный анализ данных (Data Mining), искусственный интеллект (Artificial Inyelledct) и «расширяемый язык деловой отчетности» XBRL (eXtensible Business Reporting Language) – широко используемый в мире открытый стандарт обмена деловой информацией, который позволяет выражать с помощью семантических средств общие для участников рынка и регулирующих органов требования к представлению бизнес-отчетности.

Как известно, Национальная комиссия по ценным бумагам и фондовому рынку (НКЦБФР) Украины информирует о начале функционирования Системы финансовой отчетности (СФО) в формате XBRL, запустив 18 июня 2019 г. соответствующий программный комплекс и специализированный веб сайт [frs.gov.ua](http://frs.gov.ua), на котором будет размещена базовая информация для пользователей СФО. НКЦБФР сообщает предприятиям, которые составляют финансовую отчетность по международным стандартам финансовой отчетности, о необходимости регистрации в СФО и призывает субъектов отчетности уже сегодня начать подготовку к раскрытию информации в новом формате во избежание возможных ошибок после того, как формат XBRL станет обязательным для представления годовой финансовой отчетности, начиная с 1 января 2020 года.

Все это требует от кафедр НТУ «ДП» комплексного взаимодополняющего взаимодействия в процессах преподавания. Например, здесь могут участвовать кафедры Менеджмента, Информационных систем и технологий, Программного обеспечения компьютерных систем на основе подготовки выборочных дисциплин по желанию студентов.

## Новые подходы в обучении студентов разработке программного обеспечения с использованием комплекса открытых программ rOpenSci

Коротенко Г.М., Коротенко Л.М., Коваленко А.С. Национальный технический университет «Днепропетровская политехника», Украина

В настоящее время все большую популярность приобретает пакет взаимосвязанных модулей rOpenSci (<http://ropensci.github.io/roweb/packages/>), представляющий собой набор открытых программ для научных исследований, написанных на языке R. В нем пакеты программных компонентов сгруппированы по следующим категориям:

- пакеты публикации данных, которые не только извлекают данные, но и дают возможность их представлять в разных форматах;
- пакеты доступа к данным, которые взаимодействуют с хранилищами данных;
- пакеты, поддерживающие масштабируемые и/или воспроизводимые вычисления;
- пакеты обработки данных из баз данных;
- пакеты визуализации данных;
- пакеты обработки изображений;
- HTTP утилиты для работы с сетью;
- пакеты обработки геопространственных (географических) данных, а также их ввода/вывода, отображения, пространственного анализа и др.

Комплекс пакетов rOpenSci формируется на основе программ, поступающих от штатных инженеров и членов сообщества R. Для обеспечения гарантий, что каждый пакет соответствует требуемым стандартам, создана и на всех этапах приемки новых компонентов выполняется определенная система проверки накапливаемого программного обеспечения (ПО). Пакеты, представленные сообществом, проходят прозрачный, конструктивный и открытый процесс апробации и утверждения в качестве действующих инструментов. С этой целью ассоциированные редакторы управляют входящим потоком подачи заявок; а авторы создают, представляют и улучшают свои пакеты, каждый из которых рассматривается двумя рецензентами, изучающими программный код и делающими необходимые замечания и правки.

Примером использования данных наработок для обучения студентов может служить 10-месячная исследовательская учебная программа уровня «магистра» Data Science Университета Британской Колумбии. В данном курсе используются методы коллективной разработки студентами ПО, являющегося компонентом научных исследований, связанных с обработкой больших разнохарактерных данных. Они включают прохождение всех этапов жизненного цикла ПО: модульного тестирования, непрерывного развертывания и непрерывной интеграции, а также упаковки кода для использования другими пользователями в облачных средах. Как правило, около половины студентов участвуют в этой программе сразу после получения степени бакалавра, а другая половина студентов обычно является более зрелыми, имея некоторый опыт работы и/или имеют ученую степень.

При совместном создании пакетов студенты работают в группах по три или четыре человека, используя языки Python и R, причем оба создаваемых пакета решают одну и ту же задачу. Студенты обязаны соблюдать важное условие: разрабатываемые функции являются совершенно новыми для экосистемы R или Python. Кроме того, они могут улучшать уже существующие функции пакета на любом другом языке или повторно реализовать существующий код/функцию (например, написать пакет линейной регрессии с нуля).

Для данного курса совместной разработки ПО используется руководство «Пакеты rOpenSci: разработка, сопровождение и рецензирование» (<https://devguide.ropensci.org/>). В частности, перед сдачей студентами своего пакета для окончательной оценки, им необходимо провести тесты, подтверждающие новизну продукта, а также соответствия его всем требованиям включения его в существующую экосистему rOpenSci.



## **Формирование стека языков программирования при компетентностном подходе обучения компьютерингу в университетах**

Коротенко Г.М., Коротенко Л.М., Харь А.Т. Национальный технический университет «Днепровская политехника», Украина

Согласно дифференциации направлений подготовки, соотносящихся с характером деятельности IT-специалистов различных направлений, в компьютеринге в настоящее время выделены следующие пять базовых профилей (называемых в документе СС 2005 дисциплинами): Компьютерные науки (Computer Science – CS), Компьютерная инженерия (Computer Engineering – CE), Программная инженерия (Software Engineering – SE), Информационные системы (Information Systems – IS), Информационные технологии (Information Technology – IT). Каждый из этих профилей призван объединить учебные курсы для подготовки студентов с целью приобретения ими соответствующих компетентностей в области компьютеринга. Вместе с тем, лавинообразно растет количества компонентов информационного взаимодействия, среди которых можно указать:

- информационно-технологические платформы;
- концептуальные платформы;
- технологические платформы;
- цифровые корпоративные платформы;
- информационные системы (ИС);
- информационные системы, построенные на основе других ИС и платформ;
- облачные сервисы разных видов взаимодействия с пользователями и другими информационными образованиями;
- разнообразные архитектуры и инфраструктуры данных (дата-центры, центры обработки данных, облачные базы данных, хранилища данных, витрины данных, озера данных, базы данных (SQL, NoSQL, графовые, XML и т.д.);
- файловые системы и Hadoop.

Поэтому важное значение имеет внедрение унифицированных требований к интегральной компетентности IT-специалистов, выпускаемых Университетами, сформулированное в профессиональных и образовательных стандартах стран, придерживающихся этих стандартов. Для исследования особенностей курсов, предполагающих изучение языков программирования и рекомендуемых в университетских программах было проведено рассмотрение основополагающих документов по пяти основным направлениям обучения компьютерингу. На данном этапе выяснились следующие моменты.

На основании источников, являющихся наиболее известными веб-ресурсами, оценивающие т.н. «популярность» языков программирования, а по сути – уровень востребованности и использования данных мощных инструментов (TIОBE, PYPL, Stack-overflow, GitHub, Croud-Sources), для языков, присутствующих во всех пяти рейтингах были просуммированы номера занимаемых мест и результаты были разделены на общее их количество. По результатам оценки, первые три места заняли, соответственно: Java, Python и JavaScript, а далее расположились C, C++ и C#.

Таким образом, на вершине стека изучаемых средств манипулирования данными предлагается расположить языки программирования, необходимые для освоения следующих за ними и поддерживающих изучение необходимых курсов, а на дне стека расположить узкоспециализированные языки, отвечающие специфике соответствующей дисциплины. Рекомендовать во всех поддисциплинах компьютеринга изучение четырех языков программирования: C++, Python, JavaScript и Java, а также языка структурированного представления содержимого WWW HTML5 и каскадных таблиц стилей CSS.

## **Формирование универсальных компетенций будущих бакалавров в рамках сетевой проектной деятельности**

Круподерова Е.П., Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина, Россия

Для формирования самостоятельной, ответственной, коммуникативной, толерантной, способной к самореализации личности важны не только профессиональные компетенции выпускника вуза, но и универсальные компетенции, которые перечислены в Федеральном государственном образовательном стандарте высшего образования по направлению подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии».

Они относятся к следующим категориям: критическое мышление, разработка и реализация проектов, командная работа, коммуникация, межкультурное взаимодействие, самоорганизация и саморазвитие.

Представлен опыт организации сетевой проектной деятельности в рамках учебного события «Неделя российской информатики», которое ежегодно в ноябре – декабре проводится в Нижегородском государственном педагогическом университете, для формирования универсальных компетенций будущих бакалавров. Оно приурочено к международной акции «Всемирный час кода» и дню российской информатики – 4 декабря.

В рамках учебного события проводятся хакатоны по программированию, круглые столы, встречи с выпускниками и представителями IT-компаний. Свою эффективность показала организация проектной деятельности на основе сетевых сервисов (сервисов Веб 2.0). Самое важное при использовании сетевых сервисов – это возможность организовать сотрудничество студентов в ходе решения совместных проблем.

Приведены примеры некоторых исследований в учебном проекте «Российская информатика: вчера, сегодня, завтра», который проводился в рамках учебного события. В рамках проекта студенты искали ответы на проблемные вопросы: «Как развивалась и развивается отечественная вычислительная техника?», «Какова история и перспективы развития российских программных продуктов?», «Какова история и перспективы развития отечественного Интернета?», «Какой вклад советские и российские ученые внесли в развитие вычислительной техники?».

Результаты исследований студенты представили с помощью Google-сайтов, в которые были интегрированы Google-документы, Google-таблицы, Google-презентации, ленты времени, ментальные карты, инфографика. Например, с помощью Google-сайта, посвященного отечественным программным продуктам, одна из групп студентов проанализировала разработки лаборатории Евгения Касперского, компании 1 С, программу WinRAR. Другая группа участников проекта представила инфографику «27 лет отечественному Интернету». А будущее Интернета студенты связали с эпохой Интернета-вещей.

Группа, рассматривавшая вклад советских и российских ученых в развитие вычислительной техники, свое исследование посвятила выдающемуся советскому ученому А.П. Ершову. Была создана on-line лента времени «Научная деятельность А.П. Ершова». На on-line интерактивной доске участники группы представили историю создания языка Кумир и введения программирования в школы. Для одноклассников студенты подготовили различные интерактивные задания с помощью сервиса <https://learningapps.org>.

Рефлексия, проведенная в конце учебного события, показала, что студенты отмечают отличные возможности сетевой проектной деятельности для их личностного саморазвития, формирования коммуникативной компетенции, умений решать проблемы.

## Метод стиснення графового представлення текстів у задачах виявлення запозичень

Куроп'ятник О. С., Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна

Виявлення текстових запозичень є актуальною задачею у академічному середовищі, яка пов'язана з контролем дотримання принципів академічної доброчесності та запобіганню плагіату в цілому.

Під запозиченнями будемо розуміти текстові фрагменти, які належать двом чи більше навчальним, кваліфікаційним та (або) науковим роботам одночасно з точністю до слова або словосполучення, речення.

Виявлення запозичень передбачає обробку великих обсягів текстів, а тому потребує розробки відповідних моделей представлення текстів та методів їх обробки.

Раніше автором запропонована модель графового представлення текстів на базі конструктора. Під конструктором розуміється трійка: носій, сигнатура, множина тверджень інформаційного забезпечення конструювання (ІЗК). Тут носій включає множини вершин, дуг, графів, символів, мовних конструкцій та допоміжних (не термінальних) елементів. Сигнатура та твердження ІЗК специфікують побудову графа. Суть моделювання полягає у представленні тексту у вигляді множини орієнтованих графів з навантаженими вершинами та дугами. Навантаження вершини – символи вхідного тексту, дуги – список маршрутів, що проходять через неї зі стартової вершини, яка є атрибутом графа.

Головна перевага такого представлення тексту – наявність доступу до будь-якого підрядка, що починається з заданого символу, а однакові частини таких підрядків, які починаються з першого символу, зберігається в одному екземплярі.

Оскільки окремі частини маршрутів у графі мають однакові навантаження дуг, то вони можуть бути стиснуті. З даною метою пропонується метод стиснення графа. Він полягає у стисненні графа за парами суміжних дуг шляхом виключення вершини та збільшення навантаження попередньої вершини, за умови рівності навантаження дуг. Стиснення виконується для всіх пар дуг, що мають однакові навантаження та не є інцидентними до стартової.

Метод базується на відомих операціях та алгоритмах обробки графів. Операції геоморфізму – видалення вершини, що знаходиться між парами інцидентних дуг, та утворення нової дуги. SNAP-алгоритмі – групування вершин за відношенням «сусіди на маршрутах». Операції стягування ребер – нова вершина, що включає навантаження стиснених, має зв'язки з усіма вершинами, з якими були зв'язані стиснені вершини. Принципи обробки соціальних графів – нова вершина, утворена після стиснення, включає все навантаження, що було у вершин на різних маршрутах; інші вершини, які йдуть після нової, зберігають відмінні навантаження на маршрутах.

Для дослідження ефективності запропонованого методу стиснення графа з точки зору спрощення його структури та зменшення об'єму оперативної пам'яті для зберігання проведено комп'ютерні експерименти. Експериментальна база – 64 текстові файли (docx) за тематикою «Розробка ПЗ», створені за матеріалами Wikipedia, розміром від 16 до 24 Кб, від 2 до 14 тис. символів. Для даної бази текстів побудовано близько 2,3 тис. графів.

Отримано такі показники середнього зменшення: кількості вершин  $\approx 96\%$  ( $\approx 5$  тис. шт.), кількості дуг  $\approx 90\%$  ( $\approx 5,2$  тис. шт.), об'єму пам'яті, необхідного для збереження одного графа та набору графів для одного тексту,  $\approx 94.5\%$ . Область переваги стисненого представлення складає 100%.

Отже, запропонований метод є ефективним по пам'яті. Перспективним є дослідження часової ефективності методу виявлення запозичень для стиснутого та нестиснутого графового представлення текстів.

## Андрагогічна модель навчання

Павленко О.І., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. В.Лазаряна, Україна

Аналіз сучасної соціокультурної ситуації засвідчує про зростання ролі андрагогічної парадигми навчання, що реалізується у контексті розробки андрагогічної моделі освіти (С.Змеєв, Н. Клокар, Л. Набока, В. Пуцов, Л. Сігаєва, І. Якухно та ін.)[2]. Зазначена модель базується на андрагогічних принципах навчання як науково-обґрунтованих керівних нормах навчально-виховної діяльності, спрямованої на вдоволення суспільних та індивідуальних освітніх потреб дорослої людини відповідно до її всебічного розвитку (пріоритет самостійності навчання; принцип спільної діяльності)[3]. У цьому контексті зазначимо про такі принципи, як: пріоритет самостійності навчання; принцип спираючись на досвід того, хто навчається; індивідуалізація навчання; системність навчання; принцип актуалізації результатів навчання; принцип елективності навчання; принцип контекстності навчання, за А.Вербицьким, коли навчальна діяльність, передбачає досягнення життєво важливих цілей, будується з урахуванням професійної, соціальної, побутової діяльності того, хто навчається. Теоретичні засади моделі вміщують: системний, синергетичний, професіографічний, діяльнісний, особистісно орієнтований, акмеологічний, аксіологічний, культурологічний, технологічний підходи. У моделі враховано головні сучасні тенденції розвитку системи освіти.

Андрагогічна модель навчання, на думку вітчизняних і зарубіжних учених М. Ноулза, Р. Сміта, П. Джарвіса, Ю.М. Кулюткіна, С.І. Змеєва, Л.Є. Сігаєвої й інших – це організація діяльності педагога й учня (студента), що ґрунтується на кількох головних положеннях, які відображають основні ідеї продуктивного підходу:

1. Учні (студенти) належить провідна роль у процесі навчання (тому він є таким, хто навчається, а не тим, кого навчають).

2. Якщо навчається дорослий (студент – майбутній фахівець), то він визначає себе як особистість, що прагне до самореалізації, до самостійності, до самоуправління й усвідомлює себе здатним до цього.

3. Майбутній фахівець наділений життєвим (побутовим, соціальним, професійним) досвідом, що може бути використаний як важливе джерело навчання.

4. Студент навчається для вирішення важливої життєвої проблеми й досягнення конкретної життєвої мети.

5. Майбутній фахівець розраховує на невідкладне застосування отриманих у ході навчання вмінь, навичок, знань і якостей.

6. Навчальна діяльність дорослого, котрий навчається, значною мірою детермінується тимчасовими, просторовими, побутовими, професійними, соціальними чинниками, що або обмежують, або сприяють процесові навчання.

7. Процес навчання майбутнього фахівця організований у вигляді спільної діяльності педагога і студента на всіх етапах: планування, реалізації, оцінювання і, певною мірою, корекції.

Таким чином, головна відмінність андрагогічної моделі навчання від педагогічної полягає в тому, що в ній учень (студент) активно і реально бере участь в організації процесу навчання. Відзначимо, що така модель може виявитися ефективною й у випадку її застосування в межах післядипломної педагогічної освіти, особливо якщо йдеться про підвищення кваліфікації педагогів у здійсненні ними міжкультурної взаємодії у своїй професійній діяльності. Застосування цієї моделі дозволить сформулювати у вчителів-практиків також вміння навчати дітей міжкультурній продуктивній взаємодії.

## Глобалізація та євроінтеграція освіти

Павленко О.І., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. В.Лазаряна, Україна

Глобалізаційні та євроінтеграційні виклики сьогодні диктують створення якісно нового формату освітнього середовища. Відсутність симбіозу між освітою та ринком праці спонукає особистість на постійне підвищення своєї кваліфікації. Саме тому освіта дорослих є невід'ємною складовою створення єдиної і цілісної системи сталого розвитку суспільства і держави.

Найважливішою ознакою фахівців різних спеціальних підготовок був і залишається рівень їх професіоналізму. Увесь цивілізаційний світ підтримує та впроваджує в реальність концепцію навчання впродовж життя, де освіта дорослих є ключовим та невід'ємним його елементом. Адже перед сучасною дорослою людиною постає безліч викликів, які обумовлюють необхідність постійно навчатись, підвищувати свою кваліфікацію, іноді навіть змінювати свою спеціальність. Держава ж у цьому питанні виступає гарантом забезпечення та гарантом надання освіти для всіх верств населення. Викладене вище дозволяє окреслити тенденції розвитку освіти дорослих у суспільстві знань:

- зростання академічної мобільності учасників освітнього процесу на світовому рівні (так, надзвичайний і повноважний посол Франції в Україні Ізабель Дюмон зазначила у своєму виступі на відкритті XXX Міжнародної освітньої виставки «Освіта за кордоном» (17.11.2016 р.), що до 2050 р. у зарубіжних ВНЗ буде навчатися 20% студентів з усього світу);

- трансформація традиційних закладів формальної освіти у відкриті, де реалізуються on-line освіта, SMART-освіта, інноваційна освіта.

З огляду на це, японський вчений-футуролог Мічію Каку передбачає, що у наступні 50 років освіта взагалі стане індивідуальною справою кожного, і буде здійснюватися без педагога чи андрагога, за принципом «тільки ти і комп'ютер». Університети збережуться, але це будуть переважно відкриті віртуальні ВНЗ, навчання в яких ґрунтуватиметься на хмарних сервісах. Ті, хто відвідуватиме лекції у традиційних навчальних закладах, будуть вважатися невдахами, про яких говоритимуть: «Він не зміг сам сконструювати свою освіту»;

- інтернаціоналізація освіти;
- зростання самостійності та автономності суб'єктів освітнього процесу (ВНЗ, студентів, викладачів);

- реальна індивідуалізація освіти, проектування тими, хто навчається, індивідуальних освітніх траєкторій і змісту освіти, визначення обсягу, форм і тривалості навчання;

- зміна ролі викладача з транслятора нових знань на навігатора у морі інформації, який здійснює педагогічний супровід;

- залучення до управління освітою і навчальними закладами не вчених і педагогів, а професійних менеджерів (з одного боку, це сприятиме професіоналізації управлінської діяльності у галузі освіти, але з іншого, на нашу думку, може призвести до загрози вирішення управлінських проблем за рахунок освітніх, оскільки останні можуть бути не зрозумілими керівнику навчального закладу, який не є освітянином зафахом).

Узагальнюючи викладене, зазначимо, що, безперечно, майбутнє освіти – за інноваційними педагогічними технологіями, які відкриють нові можливості для реалізації найнагальніших освітніх завдань і забезпечать найбільш повну самореалізацію і саморозвиток усіх суб'єктів освітнього процесу. Водночас, і в інформаційному суспільстві, і в суспільстві знань, і в суспільствах, наступних за ними, на наше глибоке переконання, роль педагога у навчально-виховному процесі залишиться пріоритетною, адже освітні технології розробляються й реалізуються людьми.

## Технологія педагогічної підтримки О. Газмана

Павленко О.І., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
ім. В.Лазаряна, Україна

Перша технологія спрямована на формування «свободоздатної особистості», її вільний індивідуальний саморозвиток. Для досягнення особистістю зазначеної мети їй необхідна педагогічна підтримка, яка розуміється О. Газманом як система педагогічної діяльності, що розкриває особистісний потенціал людини, передбачаючи допомогу їй у подоланні соціальних, психологічних, та особистісних труднощів; процес визначення дорослою людиною, за підтримки педагога, власних інтересів, цілей і можливостей, а також шляхів подолання перешкод (проблем), які заважають їй зберегти свою людську гідність та самостійно досягати бажаних результатів у навчанні, самовихованні, спілкуванні, способі життя. Таким чином, проблема становлення особистості у педагогіці підтримки виступає як проблема її індивідуального саморозвитку, а педагогічний процес як суб'єкт-суб'єктні стосунки, співробітництво, співтворчість педагога-андрагога й дорослої людини, в яких домінує рівний, взаємовигідний обмін особистісними сенсами й досвідом. Предметом підтримки в особі дорослої людини стають її здібності до рефлексії, альтруїзму, вільного вибору, прийняття самостійного й відповідального рішення, самоконтролю й самоорганізації, тобто до всього того, що актуалізує її досвід та допомагає позитивній, соціально значущій самореалізації. Модель освіти, яка відповідає парадигмі педагогіки свободи, принципово відрізняється від парадигми традиційної педагогіки знань. Педагог-андрагог, який її реалізує, не прагне вести дорослу людину за собою, керувати її розвитком, а намагається слідувати за нею, створювати умови для її самовизначення, самоідентифікації й самореалізації, підтримувати її у здійсненні своєї самості, допомагати у вирішенні власних проблем. Умовами забезпечення педагогічної підтримки О. Газман визначає наступні: згода особистості на допомогу й підтримку; спирання на наявні сили й потенційні можливості особистості й віра у них; орієнтація на здатність особистості самостійно долати перешкоди; спільність, співдія, співробітництво, співтворчість; конфіденційність; доброзичливість та безоцінність; безпека, захист здоров'я і прав, людської гідності, психологічний комфорт і створення атмосфери творчого горіння; реалізація принципів «Не нашкодь», «Підтримай і допоможи»; рефлексивно-аналітичний підхід до процесу та результату навчання, виховання, розвитку й саморозвитку особистості.

Визначаючи етапи педагогічної підтримки за О. Газманом, поділяємо їх на:

1. Діагностичний – фіксація факту, сигналу проблемності, проектування умов діагностики передбачуваної проблеми, встановлення контакту з дорослою людиною, яка хоче навчатися, проговорювання проблеми із нею самою, спільна оцінка проблеми з точки зору значущості її для неї.
2. Пошуковий – пошук спільно із дорослим, який хоче навчатися, причин виникнення проблеми/труднощів, погляд на ситуацію збоку (прийом «очима іншого»).
3. Договірний – проектування спільних дій педагога й дорослої людини, яка хоче навчатися, (розподіл функцій та відповідальності за розв'язання проблеми), налагоджування договірних стосунків та укладання договору в будь-якій формі.
4. Рефлексивний – спільне обговорення успіхів та невдач попередніх етапів діяльності, констатація (фіксування) факту розв'язуваності проблеми або переформулювання утруднень; осмислення педагогом та дорослим, який хоче навчатися, нового досвіду життєдіяльності. Цінність педагогіки підтримки полягає в тому, що педагог-андрагог не нав'язує дорослій людині, яка хоче навчатися, своїх цілей, а робить її цілі своїми.

Ця педагогіка спрямована на те, щоб допомогти особистості пізнати себе, відчути свою унікальність та неповторність, реалізувати власну індивідуальність, вибудувати власний життєвий шлях та знайти оптимальні способи його освоєння..

## Программное обеспечение для конструирования чат-бота мессенджера «Telegram»

Печенин М.А., Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Украина

На сегодняшний день, мессенджеры являются наиболее популярным способом коммуникации через Интернет. Мессенджеры популярны тем, что они имеют простой интерфейс, высокую скорость работы, защищенность. Так же, многие мессенджеры дают возможность создавать чат-ботов. Чат-боты удобны тем, что с помощью них можно связаться с аудиторией и получить обратную связь за короткое время. С помощью чат-ботов можно автоматизировать часть работы людей, облегчить восприятие информации. Чат-боты могут быть полезны в таких сферах: образование, банкинг, маркетинг, реклама, игры, новости.

Предложено веб-приложение (конструктор), позволяющее строить разнообразные наборы заданий для различных предметов, для проведения преподавателем тестирования знаний студентов.

Преподаватель имеет возможность создавать тесты различной формы: закрытой, которая представляет из себя проблемную часть, набор из одного правильного ответа, нескольких неправильных ответов; закрытой с множественным выбором, которая представляет из себя проблемную часть, набор нескольких правильных ответов, набор нескольких неправильных ответов; открытой, которая представляет из себя проблемную часть и свободно сконструированный ответ: открытой на соответствие, которая представляет из себя восстановление соответствия набора из двух столбцов, одним из которых является столбец ответов, и на установление правильной последовательности, которая представляет из себя установление требуемого порядка приведенных действий с помощью цифр из проблемной части задания.

Реализована поддержка просмотра результатов тестирования в веб-приложении. В результатах тестирования указано заработанное за ответы количество баллов и максимально возможное количество баллов за тест, правильные варианты ответов на задания, время потраченное на тест. Автоматический анализ результатов тестирования может выполняться по алгоритмам расчета проходного балла методами Ангоффа, Эбеля, Хофсти. Преподаватель имеет возможность экспортировать как тестовые задания, так и результаты тестирования группы студентов в CSV формат, чтобы иметь возможность их распечатать, либо экспортировать результаты тестирования конкретного студента в PDF формат.

Такой подход позволяет ускорить создание тестовых заданий преподавателю, предоставлять доступ к тестам в определенный промежуток времени, который был указан преподавателем при создании теста, автоматически анализировать результаты тестирования знаний каждого студента, экспортировать результаты тестирования в CSV формат, создавать отчеты по результатам тестирования знаний конкретного студента в PDF формате.

Современное информационное общение через «Telegram» удобно тем, что чат-бот отправляет уведомление о начале теста, тем самым помогая не пропустить его, предоставляет возможность посмотреть результаты тестирования, что позволяет студенту своевременно увидеть свои ошибки и улучшить свои знания. Такое приложение поддерживает современные формы дистанционного обучения студентов с использованием не только персональных компьютеров, но и мобильных устройств.

## Многоцелевой банк знаний: архитектура и реализация

Прокопчук Ю. А., Институт технической механики НАНУ и ГКАУ  
Самойлов С. П., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
им. акад. В.Лазаряна, Украина

Ключевая прикладная идея создания многоцелевого банка знаний (МБкЗ) состоит в том, что он должен быть хранилищем информационных объектов для разнообразных приложений, включая учебные системы и научные приложения. Приложение запрашивает информационные объекты МБкЗ или по требованию пользователя или автоматически согласно алгоритму своей работы. В научном плане цели разработки МБкЗ состоят в следующем:

1. Создание языка и системы программирования, приближенных по своим свойствам к естественным языкам и понятийной системе человека (когнитивное программирование).

2. Разработка вычислительной логики, охватывающей широкий класс формализмов, включая физические логики. Основой подобной логики может служить парадигма предельных обобщений (ППО).

3. Создание распределенной, саморазвивающейся системы знания в рамках экологической парадигмы. Такая система будет способна взаимодействовать с пользователем посредством ограниченного формализованного профессионального языка (ФПЯ) и инструментально поддерживать стремления пользователя к овладению знаниями и умениями на разных этапах его обучения и практики.

4. Реализация разнообразных моделей консилиумов интеллектуальных агентов.

5. МБкЗ должен быть важной частью когнитивного ядра региональной или национальной гетерогенной мультиагентной среды.

6. Обеспечение функционирования кибер-физических систем и когнитивных технических систем (КТС), включая когнитивных роботов, в рамках заданной профессиональной области. Реализация подхода «Building Machines that Learn and Think Like People».

7. Обеспечение когнитивных измерений и внутреннего аудита информации, циркулирующей в той или иной системе. Как следствие, обеспечение максимальной отказоустойчивости прикладных систем.

Язык когнитивного программирования должен быть таким, чтобы он мог единообразно представлять структуры программ, данных, знаний и самих программных процессов. Пример IBM Watson. Особенности архитектуры МБкЗ на основе ППО:

- использует все сущности ППО, включая модули компетентности. Основой для представления данных и знаний являются сети набросков;

- использует профессиональную лексику, выработанную в рамках прикладных и учебных систем, а также БД прикладных и учебных систем;

- реализует сервисы «искусственного коннектома», «континуума задач» и «Анализа Формальных Понятий».

Прототипы МБкЗ реализованы для таких областей как «медицина» (для использования в госпитальных информационных системах, телемедицинских системах, социальной робототехнике, умных девайсах) и «космические технологии» (когнитивные измерения, когнитивная робототехника, когнитивный Интернет и т.д.)

**Выводы.** В докладе предлагаются конкретные решения проблем развития направлений «распределенные многоцелевые банки знаний», «умные машины», которые могут объединить сильные стороны последних достижений нейронных сетей с более структурированными когнитивными моделями, в частности, интуиции и творчества. Предложена методология формирования перспективных распределенных систем управления и диагностики для КТС. Данный подход позволяет решать сложнейшие задачи в режиме реального времени и в сотрудничестве с людьми. Другого подхода к управлению сложностью нет.



## **Динамическая модель оценки надёжности функционирования программного обеспечения**

Пудовкина Л.Ф., Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Украина.

Проблема оценки надежности программного обеспечения ставит много задач, что приводит к множеству подходов, методов и средств. Во многих случаях важна не столько некоторая исходная надежность функционирования программного обеспечения, а вероятность наличия сбоя в определенный промежуток времени эксплуатации приложения.

Необходимость оценки надежности функционирования программного обеспечения в процессе опытной эксплуатации с возможностью исправления найденных ошибок, обуславливает выбор именно непрерывной динамической модели.

В области надежности аппаратуры достигнут уровень, когда уже создан ряд математических методов, позволяющих инженеру предусматривать надежность его продукта. Эти математические методы можно широко использовать для прогнозирования оптимальных наборов данных для разработки тестов программных средств любого назначения.

Все математические модели надежности функционирования программного обеспечения можно разделить на модели, которые прогнозируют (эмпирические), оценочные (динамические) и измерительные (статические).

Эмпирические базируются на анализе структурных особенностей приложения (линейные разветвления программы). Эмпирические модели вычисляют сложность программы, опираясь на свойства ее текста, определяют логическую сложность приложения. Также учитывают соотношение количества связей между модулями к общему количеству модулей, оценивают надежность отдельно взятого модуля по результатам анализа характера использования переменных

Динамические модели базируются на появлении отказов программных средств. В динамических моделях надежности программного обеспечения поведение программных средств (появление отказов) рассматривается во времени. Поэтому при использовании динамических моделей необходимо иметь данные не только об особенностях отказов, но и о времени и условиях их появления. Эти модели наиболее часто используют, так как, они служат для априорной оценки надежности по серии тестовых прогонов и обычно используются на этапе тестирования и отладки.

Статистические - учитывают зависимость количества ошибок от числа тестовых прогонов или от характеристики входных данных. Непрерывные модели фиксируют число отказов за произвольный интервал времени. Дискретные модели фиксируют интервалы каждого отказа. В статических моделях появление отказов не связывают со временем, а учитывают только зависимость количества ошибок от числа тестовых прогонов (по области ошибок) или зависимость количества ошибок от характеристики входных данных (по области данных).

Грамотно спроектированное тестирование (основной процесс выявления ошибок различного назначения), обосновано выбранные критерии анализа результатов выполнения всех видов тестирования, значительно увеличат не только надежность функционирования, но и качество программных продуктов.

Качества программного обеспечения характеризуется шестью характеристиками первого уровня - пригодность для применения, надежность, применимость, эффективность, сопровождаемость, переносимость, которые детализируются двадцатью одной характеристиками второго уровня. Это положительно повлияет на конкурентоспособность разрабатываемых программных средств.

## Формирование межпредметных связей при обучении применению САПР в процессе подготовки специалистов среднего звена

Тихонов А.П., Нижегородский индустриальный колледж, Россия

Подготовка конкурентоспособных специалистов в условиях усложнения современного производства, стремительного развития технологий и повышения требований работодателя к профессиональному уровню выпускников учреждений среднего профессионального образования приводит к необходимости перестраивать процесс обучения в соответствии с требованиями времени.

Современное общество уже превратилось в информационное, поэтому для специалиста любой сферы деятельности острой необходимостью сейчас является уверенное владение информационными технологиями (ИТ), а особенно - умение применять системы автоматизированного проектирования (САПР) в профессиональной деятельности.

Предложена схема межпредметных связей учебных дисциплин Информационные технологии в профессиональной деятельности (ИТ в ПД), Электронная техника (ЭТ), Вычислительная техника (ВТ), используемая при обучении по специальности "Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования". Этот подход обеспечивает формирование системного мышления у студентов – позволяет им видеть предмет изучения с разных позиций, во всем комплексе взаимосвязей и отношений. При изучении данных дисциплин в практической части используются различные специализированные пакеты прикладных программ и САПР.

Для осуществления межпредметных связей в учебном процессе используются следующие программы:

- *демонстрационная версия универсальной программы схемотехнического моделирования «Micro-Cap»* применяется в курсах ЭТ и ВТ. Предназначена для решения широкого круга задач – анализа работы дискретных, цифровых и аналоговых компонентов, используемых в современном оборудовании. Студенты изучают элементную базу, знакомятся с вариантами условных графических обозначений элементов, моделируют и анализируют работу электронных схем, приобретают навыки разработки и проектирования принципиальных схем электронных устройств, их наладки. При моделировании они на наглядных примерах убеждаются в преимуществе замены натуральных испытаний и макетирования математическим моделированием;

- *интегрированный кросс-платформенный комплекс программ «KiCad»* для разработки электрических принципиальных схем и автоматизированной разводки печатных плат применяется в курсе ИТ в ПД. Это позволяет студентам закрепить навыки создания принципиальных схем, освоить последующие этапы создания электронных устройств – разводку печатной платы и моделирование ее конструктива в объемном изображении 3D формата;

- *система автоматизированного проектирования «AutoCAD»*, применяемая также в курсе ИТ в ПД, позволяет разрабатывать документацию при оформлении лабораторных работ – принципиальные схемы, временные диаграммы и т.п в соответствии с ЕСКД.

Таким образом происходит постепенное закрепление студентами ранее полученных знаний в различных учебных дисциплинах. Это позволяет получить целостную картину понимания принципов работы различных электронных элементов и устройств, умению читать и разрабатывать электрические схемы, конструировать печатные платы и представлять законченные готовые модели изделий в объемном изображении 3D формата. В свою очередь, это повышает понимание студентами места каждой дисциплины в общем учебном процессе и повышает их мотивацию к овладению новыми профессиональными компетенциями.

## Використання інформаційно-комунікаційних технологій у сучасному процесі навчання

Чорний Д.О., Штуца О.В., Херсонський національний технічний університет, Україна

В наш час для підвищення рівня підготовленості в освітній сфері відомих напрацьованих методів вже недостатньо. Активно набувають широкого застосування інформаційні технології. У сучасному світі йде активне вивчення й застосування вже відомих у наш час нейромереж. Якщо раніше підготовленість особистості визначалась викладачем, науковцем і т.д, то зараз на допомогу їм прийшли нейромережеві технології. Застосовувати нейромережі для оцінки підготовленості в певній освітній галузі можна шляхом тестування, логічних та творчих завдань, які нейромережа зможе перевірити і оцінити. Згідно отриманого результату можна буде зробити висновки щодо наявності рівня знань особистості у певній галузі. Звичайно, контролюючи і оцінюючу функцію людини при цьому не треба анулювати, тому що саме поняття підготовленості включає не тільки певний багаж знань, але й саму особистість людини, чи є в неї бажання, схильності та стремління до даного виду діяльності.

Спираючись на результат оцінки рівня знань, що оцінила нейромережа, фахівці з певного напрямку зможуть визначити не тільки рівень цих знань, але й саму особистість людини, її схильність, допоможуть визначитися за необхідності з майбутнім напрямком діяльності.

Навчання, якщо його розглядати в оптиці сьогодення, за своїм змістом є процесом набуття людиною низки компетентностей та досягнення нею певного рівня розуміння навколишньої дійсності у всій багатоманітності її форм та проявів, а також самої себе як суб'єкта й об'єкта цієї дійсності. Формулювання змісту та призначення навчальної діяльності дозволяє освітній системі незмінно виконувати покладені на неї функції – навчати новому та сприяти розумінню того, що раніше перебувало на лінії ліміальності або й поза нею.

Навчальні заклади використовують в основному здобутки книжкового навчання у своїй діяльності, користуючись здобутками інформаційних технологій в деякій мірі, але ж упродовж останніх років накопичено значний потенціал в електронному навчанні й використанні нейромереж, інформаційно-комунікаційних технологій, який потребує додаткового ознайомлення та впровадження.

Враховуючи здобутки книжкового навчання, то для реалізації пізнавальної та творчої активності, наприклад, школяра в навчальному процесі, використовуються сучасні освітні технології, що дають можливість підвищувати якість освіти, більш ефективно використовувати навчальний час і знижувати частку репродуктивної діяльності учнів за рахунок зниження часу, відведеного на виконання домашнього завдання. У школі представлений широкий спектр освітніх педагогічних технологій, які застосовуються в навчальному процесі. Інноваційні педагогічні технології взаємопов'язані, взаємообумовлені і складають певну дидактичну систему, спрямовану на виховання.

Існує велика кількість методів, присвячених різним аспектам контролю знань і заснованих на сучасних досягненнях науки і комп'ютерної техніки. У той же час, однією з актуальних проблем залишається формування набору завдань, що оцінять рівень сформованості професійних компетенцій.

Інформаційно-комунікаційні технології дозволяють змінити і необмежено збагатити зміст освіти, використовувати інтегровані курси.

Так як ми маємо вже багато здобутків у сфері інформаційно-комунікаційних технологій, у навчальному процесі необхідно якнайактивніше використовувати електронне навчання, яке дозволить набагато спростити педагогу його діяльність і підвищити результати навчання.

Контроль знань також одна з актуальних проблем сучасної професійної освіти. Незважаючи на велику кількість публікацій з цієї проблеми, до питань, які недостатньо опрацьовані, можна віднести контроль і оцінку рівня сформованості професійної компетентності студента в процесі навчання саме у виші.

У сучасних умовах спостерігається протиріччя між зростаючими вимогами до кваліфікації фахівців і швидким старінням знань, умінь і навичок в результаті інтенсивного розвитку технологій і значного збільшення обсягу необхідних спеціальних знань, що стимулює активне дослідження технологій тренажерного навчання. Очевидно, що дозволити вказане протиріччя можливо, використовуючи сучасні досягнення в області штучного інтелекту.

Так як стереотипи є базовим елементом надбання практичних вмінь та навичок вирішення завдань предметної області учнем, пропонується в розвиток ідеї використовувати для побудови ІТНС (інформаційно-тренувальна навчальна система) сценарно-прецедентний підхід зі схемою прийняття рішень «ситуація-план-сценарій-вплив».

Отже, важливе місце у педагогічному процесі та підготовці сучасного фахівця має широке використання інформаційно-комунікаційних технологій, електронного навчання, зокрема, Smart-технологій, сценарно-прецедентного підходу в ІТНС, що дасть можливість закласти фундамент щодо здійснення успішної професійної діяльності та кар'єри.

У педагога з'являється більше можливостей допомагати слабкому, приділяти увагу сильному, реалізується бажання сильних учнів швидше і глибше просуватися в освіті.

## **Как начать карьеру в компании по разработке программного обеспечения RubyGarage**

Шум Е.И., RubyGarage, Украина

Компания RubyGarage была основана как образовательный центр и продолжает им быть по сей день. В 2011 году был запущен первый курс Ruby/Ruby on Rails в Днепре, а годом позже была основана и сама компания.

Изначально компания RubyGarage занималась разработкой веб-приложений. Затем были открыты и другие направления. В 2016 году компания начала работу над собственными продуктами для сферы электронной торговли и онлайн консультаций. В 2017 году была основана дизайн-студия UGEM.

Сегодня компания RubyGarage предоставляет услуги полного цикла разработки ПО, дизайна, а также консультации бизнеса и продуктов.

Для эффективной и слаженной работы, компания делится на отделы – офисы. Каждый офис имеет свои цели и ряд подходов для их достижения. Каждый член офиса может участвовать в формировании процессов, по которым будет работать вся команда, а также в выборе технологий для проектов.

В RubyGarage существуют офисы менеджмента продуктов, дизайна, инженерии, и оценки качества. Офис менеджмента продуктов отвечает за создание бизнес модели, сбор и формирование требований, планирование релизов, и прозрачную коммуникацию. Цель дизайн офиса в поисках решения проблем и нужд бизнеса и создание интуитивно понятных продуктов для конечных пользователей. Офис оценки качества нужен, чтобы удостовериться в том, что продукт будет работать идеально в реальных условиях. Офис инженерии занимается непосредственно разработкой программного обеспечения. Его основой является глубокая экспертиза и оптимизированные процессы разработки ПО.

В данный момент RubyGarage активно развивает направление разработки программного обеспечения, собственные продукты, а также активно участвует в различных образовательных инициативах. Команда RubyGarage организует множество ивентов и сотрудничает с государственными образовательными организациями. Помимо этого, RubyGarage продолжает вести единственные в своем роде, бесплатные курсы Ruby/Ruby on Rails в Днепре.

Набор на курсы Ruby/Ruby on Rails осуществляется два раза в год. Длятся курсы четыре-шесть месяцев. Занятия проходят два раза в неделю, в вечернее время, в офисе компании.

На протяжении курсов каждый студент получает поддержку ментора, знания на уровне Junior/Middle Ruby/Rails программиста и портфолио с собственными проектами. Студенты, которые успешно прошли всю программу курса и техническое собеседование, могут получить приглашение на работу в команду RubyGarage.

Компания RubyGarage всегда рада видеть в своих рядах людей, которые разделяют те же ценности что и она: быть открытым новому, всегда говорить “да” оптимизации, двигаться вперед, расти и развиваться, верить в прозрачную коммуникацию и быть доброжелательным и искренним во всем, что делаешь.

## **ІНФОРМАЦІЙНА БЕЗПЕКА**

## **BPFILTER as a next-generation firewall**

Klishch S. M., Guda A.I., National Metallurgical Academy of Ukraine, Ukraine

Network firewalls keep threats away from sensitive information in internal network space. Whenever networks are joined, there is always a threat that someone from outside of your network will break into your local network. As result private data being stolen and distributed, valuable data being destroyed. Firewalls are used for preventing or mitigating the security risks in connecting to other networks. In right way configured firewall is a key role in deployment efficient and secure network infrastructure.

As a part of the firewalls job there is a packet filtering mechanism which controlling what data can go into and from a network. Packet filtering works at the network layer (layer 3), according to the Open Systems Interconnection networking model. Packet filters verify the information in IP packet header of a message, after this either permit the data to cross the firewall or drop the packet. After IP packet filtering is enabled, the firewall will intercept and check packets and only then pass them on to a higher level in the firewall or to an application filter.

There are a couple network packet-filtering mechanisms with Linux kernel support. Iptables is a major tool to implement packet filters and firewalls on Linux for a long time. Nftables was presented in 2014 with the goal of replacing iptables. It based on existing netfilter development including a virtual machine that working in kernel for firewall rules, which represents a difference from the iptables packet-filtering model. Now about packets. The packet is linearly going through the entire list of rules until find the match. If it can not find match, it takes the default action. This behavior presents problems for situations with very long list of rules. If packet matches the first rule give quicker response than a packet which has to be compared to each rule in the list and then only take the drop action which is default.

Bpfilter (based packet filtering framework) is a new mechanism that may take place of netfilter and iptables. It has benefits in being compatible with the iptables user utility. Important features that comes with bpfilter is that we can convert iptables rules into BPF programs. The purpose on the feature is make it easy for existing firewall configurations to be moved over to the new scheme. The translation scheme include passing rules, that was created for iptables, to the kernel, so the kernel is responsible for main process, when task is complex, we can use benefit from a userspace implementation.

To use such an implementation, was created a new mechanism that supports the creation of a special type of kernel driver. These modules would be part of the kernel and would contain an ordinary ELF executable. Its code can be run in userspace process, after the driver has been loaded. BPF uses a pseudo-device, for purpose not giving direct access to a raw network. It is a control area, BPF allows or decline to retrieve data from this area for tools like tcpdump.

Most work, such as rules processing and parsing, happens in userspace, from security perspective this is an improvement. This also simplifies the work required in the kernel and make more easier management of the code. In addition comes benefits like hardware offloading and better performance.

## Методи підвищення доступності та цілісності відеоінформаційних ресурсів в інформаційно-комунікаційних системах

Бабенко Ю.М., Київський національний університет ім. Т.Г.Шевченко, Україна

Бабенко М.В., Дніпровський державний технічний університет, Україна

Сучасний стан застосування інформаційно-комунікаційних систем визначається різким зростанням застосування відеоінформаційного моніторингу для забезпечення безпеки об'єктів критичної інфраструктури. Це приводить до того, що для інформаційно-комунікаційних систем, що використовують бездротові технології, найбільший сегмент трафіку займають відеоінформаційні ресурси.

В той же час сучасні інформаційно-комунікаційні мережі мають недостатні характеристики відносно пропускної спроможності щодо забезпечення доступності відеоінформаційних ресурсів. Наслідком чого є значні втрати інформаційної безпеки за категоріями доступності та цілісності інформаційних ресурсів. Це призводить до збільшення ризиків ефективності функціонування об'єктів критичної інфраструктури. Отже, науково-прикладна задача, щодо підвищення доступності та цілісності відеоінформаційних ресурсів в системах моніторингу об'єктів критичної інфраструктури, є актуальною.

Нагадаємо, що згідно ГСТУ СУІБ 1.0/ISO/IEC 27001:2010 *інформаційна безпека* (англ. *information security*) – це збереження конфіденційності, цілісності та доступності інформації; крім того, можуть враховуватися інші властивості, такі, як автентичність, відстежуваність, неспростовність та надійність. *Доступність* (англ. *availability*) – властивість інформаційного ресурсу, яка полягає в тому, що користувач та/або процес, який володіє відповідними повноваженнями, може використовувати цей ресурс відповідно до правил, встановлених політикою безпеки не очікуючи довше заданого (прийнятного) інтервалу часу. *Цілісність* (англ. *integrity*) – властивість інформації, яка полягає в тому, що інформація не може бути модифікована неавторизованим користувачем і (або процесом).

На теперішній час проведені дослідження в Україні та за кордоном показали, що досить ефективним напрямком підвищення інформаційної безпеки за категоріями доступності та цілісності інформаційних ресурсів полягає в забезпеченні зниження інтенсивності відеопотоку на основі розробки та застосування технологій ефективного синтаксичного кодування. Це дозволяє забезпечити розвантаження інформаційно-комунікаційних мереж починаючи вже з мережі абонентського доступу. Один з найбільш ефективних підходів застосування механізмів зниження інтенсивності відеоінформаційних ресурсів полягає у попередньому використанні методів ідентифікування сегментованих відеозображень. Така ідентифікація дозволяє визначити найбільш інформативні сегменти відеоресурсів, тобто такі, що містять найбільш важливі об'єкти інтересу. Це дозволяє отримати потенціал, з одного боку, для забезпечення потрібного рівня цілісності інформації, а з іншого боку, для зменшення кількості психовізуальних надмірностей, що в свою чергу створює умови для забезпечення потрібного рівня доступності інформаційних ресурсів.

Таким чином, можливо зробити висновок відносно актуальності подальшого розвитку науково-прикладних досліджень пов'язаних з розробкою методів ефективного кодування відеоінформаційних ресурсів для підвищення їх інформаційної безпеки за категоріями доступності та цілісності.



## Комплекс автоматизованого проектування елементів систем захисту інформації

Вахмістров М. О., Остапець Д. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, Україна

При виконанні службових обов'язків, спрямованих на розробку систем захисту інформації або їх елементів (в т.ч. для розробки комплексної системи захисту інформації (КСЗІ)), розробник, дотримуючись чинного законодавства України, вимог окремих нормативних документів, Закону України "Про захист інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах" та Закону України "Про захист персональних даних", має на сайті Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації (ДССЗЗІ) України обрати перелік засобів захисту інформації, які відповідають вимогам нормативних документів з питань ТЗІ, мають відповідні сертифікати або експертні висновки та рекомендовані до застосування.

На цьому етапі розробник зтикається з непристосованістю сайту ДССЗЗІ для швидкого пошуку бажаних засобів захисту. Таким чином, значну частину робочого часу спеціаліста займає пошук цих засобів та запам'ятовування і аналіз старих і нових засобів ТЗІ. При цьому, інформація на сайті періодично оновлюється (зазвичай один раз на місяць), таким чином є вірогідність, що при тривалій розробці системи в декілька або більше днів, елементи можуть доповнитися, або навпаки зникнути з переліку рекомендованих.

В роботі було проведено огляд та аналіз існуючих засобів автоматизованого проектування систем захисту інформації, за результатами якого встановлено, що аналогів подібних систем в Україні немає.

Для рішення даної проблеми пропонується створити САПР, яка має допомогти розробнику майже на всіх етапах створення елементів систем захисту, в т.ч. КСЗІ. Також вона має обробляти інформацію на сайті ДССЗЗІ про рекомендовані засоби та визначати можливість їх застосування в конкретній системі. Користувач зможе:

- 1) сформулювати модель загроз;
- 2) визначити функціональний профіль захищеності;
- 3) розробити комплекс автоматизованої системи;
- 4) розробити специфікації комплексу ТЗІ та програмного забезпечення;
- 5) зможе отримати всі можливі варіанти реалізації програмного комплексу для поставленої задачі;
- 6) додати план розміщення комплексу ТЗІ у контрольній зоні, та іншу додаткову інформацію;
- 7) отримати звіт про виконану роботу.

Також САПР має подолати такі перешкоди, як можливі друкарські помилки та не стандартизоване описання характеристик засобів захисту інформації. Для вирішення цих проблем прийняте рішення використовувати штучний інтелект, який зможе сам вирішити вказані проблеми і отримати характеристики кожного елемента для занесення їх в базу. Для обробки тексту створено нейронну мережу, що побудована на N-грамах.

Даний програмний комплекс може бути використаний для підвищення продуктивності спеціалістів з захисту інформації, які створюють, модернізують та впроваджують систем захисту інформації відповідно до вимог ДССЗЗІ. Також комплекс може бути використаний в навчальному процесі для ознайомлення студентів спеціальності 125 «Кібербезпека» з можливостями проектування систем захисту інформації та в рамках курсового проектування.

## Комплекс захищеного обміну повідомленнями

Євстігнєєв Д. І., Остапець Д. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

На сьогодні існує багато способів спілкування, але найбільш зручним та використовуваним є обмін повідомленнями. Однією з популярних технологій, що забезпечує такий обмін є технологія SMS (Short Message Service – служба обміну короткими повідомленнями), але все більш розповсюдженою стає комунікація через програми обміну миттєвими повідомленнями.

Дана технологія має недоліки, серед яких найбільш критичним є недосконалість системи ЗКС-7 (загальноканалної сигналізації) – набору телефонних протоколів, що забезпечує передачу SMS-повідомлень та службової інформації по стільниковим мережам. Суть цього недоліку полягає в тому, що після здійснення злому одного із операторів зв'язку (або ж забезпечення виконання ним необхідних дій іншими способами) можна отримати повний доступ до системи. Крім цього, повідомлення зберігаються у мобільного оператора у відкритому вигляді, тож він має можливість ознайомлення з їх змістом. В системах обміну повідомленнями інформація передається і зберігається у зашифрованому вигляді, що значно ускладнює можливість ознайомлення з нею з боку сторонніх осіб.

Зазвичай такі системи є централізованими та інформаційний обмін між клієнтами здійснюється через сервер. Для того, щоб його захистити, можна використовувати наступні методи:

- шифрування на шляху клієнт-сервер;
- наскрізне шифрування;

Суть першого методу полягає у тому, щоб зашифрувати повідомлення на шляху від першого абонента до сервера, розшифрувати його там, і після ще одного шифрування передати його другому абонентові. Другий метод - наскрізне, або кінцеве шифрування є більш надійним – шифрування повідомлень відбувається лише на боці клієнтів, а сервер лише передає їх у зашифрованому вигляді, завдяки чому його злом не призведе до компрометації листування. Таким чином, другий метод захищає і передачу, і зберігання.

Код серверної частини продуктів, що вже існують на ринку програмного забезпечення є закритим, тому вирішено створити власний програмний комплекс і забезпечити його роботу без апаратної модернізації обладнання.

В роботі проведено аналіз популярних месенджерів WhatsApp, Viber та Telegram. В першому месенджері безпосередньо використовується протокол Signal. Роботу другої програми забезпечує протокол, створений розробниками самостійно із запозиченням принципів роботи Signal. Telegram базується на оригінальному протоколі MTProto. Протоколи Signal та MTProto недостатньо документовані, тому прийнято рішення створити власний протокол, забезпечивши захист за допомогою TLS та кінцевого шифрування.

Комплекс відповідає базовим вимогам – забезпечує цілісність повідомлень та автентифікацію учасників. Даний комплекс складається з клієнтської та серверної частини. У якості мови програмування обрано C++.

Розроблюваний комплекс може використовуватись в практичних цілях - для обміну конфіденційною інформацією, а також у навчальному процесі студентів спеціальності 125 «Кібербезпека» для демонстрації процесу роботи засобів захищеного обміну повідомленнями.

## Огляд та дослідження методів аутентифікації користувачів у веб-додатках

Заєць О.П., Лях А.С., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Згідно з дослідженнями проведеними міжнародною організацією OWASP в рамках відкритого проекту з безпеки веб-додатків однією з найбільш вразливих вважається підсистема авторизації, зокрема її вразливості частіше пов'язані з помилками проектування чи обранням методу аутентифікація недостатньою сили.

Серед найбільш поширених методів аутентифікації для веб-додатків розрізняють: аутентифікація за допомогою паролю, аутентифікація за допомогою одноразового паролю, аутентифікація по токенам, аутентифікація по сертифікатам, аутентифікація по ключам доступу.

Метод аутентифікація за допомогою паролю ґрунтується на тому, що користувач повинен надати username і password для успішної ідентифікації і аутентифікації в системі. Пара username/password задається користувачем при його реєстрації в системі, при цьому в якості username може виступати адреса електронної пошти користувача.

Аутентифікація за одноразовими паролями зазвичай застосовується додатково до аутентифікації по паролю для реалізації two-factor authentication (2FA). У цій концепції користувачеві необхідно надати дані двох типів для входу в систему: щось, що він знає (наприклад, пароль), і щось, чим він володіє (наприклад, пристрій для генерації одноразових паролів або у нашому випадку поле де буде показано згенерований пароль).

Аутентифікація за токенами найчастіше застосовується при побудові розподілених систем Single Sign-On (SSO), де один додаток (service provider або relying party) делегує функцію аутентифікації користувачів іншому додатку (identity provider або authentication service). Типовий приклад цього способу - вхід в додаток через обліковий запис в соціальних мережах. Тут соціальні мережі є сервісами аутентифікації, а додаток довіряє функцію аутентифікації користувачів соціальних мереж. Для цього методу аутентифікації буде використано протокол авторизації OAuth 2.0 - протокол авторизації, що дозволяє видати одному сервісу права на доступ до ресурсів користувача на іншому сервісі. Протокол позбавляє від необхідності довіряти додатком логін і пароль, а також дозволяє видавати обмежений набір прав, а не все відразу.

Аутентифікація по сертифікатам базується на використанні сертифікатів. Сертифікат являє собою набір атрибутів, що ідентифікують власника, підписаний certificate authority (CA). CA виступає в ролі посередника, який гарантує справжність сертифікатів. Також сертифікат криптографічески пов'язаний з закритим ключем, який зберігається у власника сертифіката і дозволяє однозначно підтвердити факт володіння сертифікатом. У веб-додатках традиційно використовують сертифікати стандарту X.509. Аутентифікація за допомогою X.509-сертифіката відбувається в момент з'єднання з сервером і є частиною протоколу SSL/TLS.

Аутентифікація по ключам доступу найчастіше використовується для аутентифікації пристроїв, сервісів або інших додатків при зверненні до веб-сервісів. Тут в якості секрету застосовуються ключі доступу (access key, API key) - довгі унікальні рядки, що містять довільний набір символів, по суті замінюють собою комбінацію username/password. Використання ключів дозволяє уникнути передачі пароля користувача стороннім додаткам (в прикладі вище користувач зберіг в веб-додатку не свій пароль, а ключ доступу). Ключі мають значно більшу ентропією в порівнянні з паролями, тому їх практично неможливо підібрати. Крім того, якщо ключ був розкритий, це не призводить до компрометації основний облікового запису користувача - достатньо лише анулювати цей ключ і створити новий.

Методику оцінювання захищеності розглянутих методів аутентифікації у веб-додатках буде розроблено у наступних дослідженнях.

## Анализ защищенности стандартов защиты Wi-Fi

Педенко И. А., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина

В 2018 году объединением Wi-Fi Alliance представлен новый стандарт безопасности сетей Wi-Fi, WPA3. Появление нового стандарта создает вопрос о предоставляемом им уровне защиты и его преимуществах, в сравнении с предшествующими стандартами.

Каждый стандарт безопасности Wi-Fi определяет следующий ряд компонентов защиты: протоколы аутентификации и их параметры, протоколы шифрования и их параметры, дополнительные механизмы обеспечения безопасности. Именно на защищенности перечисленных компонентов может быть определена защищенность самого стандарта.

Стандарт WPA (WPA1) регламентирует использование протокола аутентификации IEEE 802.1X с сервером аутентификации и упрощенного режима PSK. Протокол 802.1X, при использовании ненадежных протоколов семейства EAP (LEAP, EAP-FAST), уязвим к краже пароля. Протокол PSK уязвим к нескольким типам атаки на пароль и атаке переустановки ключа KRACK, которая позволяет расшифровывать и подделывать пакеты в сети. От атак на режим PSK можно защититься с помощью надежного пароля и программно-технических средств, в которых применены рекомендации разработчиков IEEE 802.11 (Wi-Fi) по нейтрализации атаки KRACK. Для шифрования стандарт определяет протокол TKIP, который является надстройкой над уязвимым потоковым шифром WEP. TKIP обеспечивает криптографическую защиту целостности сообщений по алгоритму Michael. Алгоритм уязвим, что позволяет получить ключ подписи данных и подделывать сообщения. Полноценной защиты от уязвимостей протокола TKIP добиться нельзя.

Стандарт WPA2 использует протоколы аутентификации аналогичные WPA, а также наследует все сопутствующие уязвимости. Стандарт регламентирует использование блочных протоколов шифрования CCMP и GCMP. Каждый из протоколов обеспечивает защиту целостности сообщений и надежное шифрование. Многие исследователи указывают на потенциальные слабости протокола GCMP. Использование атаки KRACK позволяет реализовать эти слабости, что ведет к раскрытию информации, подделыванию сообщений.

Стандарт WPA3 регламентирует использование механизма защиты кадров управления, который ранее не был обязательным, что приводило к возможности манипуляции действиями участников сети злоумышленником. Режим аутентификации PSK должен быть заменен на аутентификацию SAE. Протокол SAE позволяет обеспечить высокий уровень защищенности даже при слабых паролях, а также предотвращает уязвимости режима PSK. Исследователи обнаружили ряд уязвимостей данного протокола (DragonBlood), однако, все эти уязвимости не критичны. Разработчики Wi-Fi оперативно предложили поправки, которые нейтрализуют DragonBlood. Также, в протоколе SAE изменен подход к генерации парных временных ключей. Вместо использования функций хеширования, в SAE используется криптография на эллиптических кривых. Для защиты аутентификации 802.1X стандарт регламентирует использование лишь таких реализаций протокола EAP, криптостойкость которых эквивалентна 192-битной защите.

Изначально в стандарт собирались включить ряд полезных нововведений, например: замена аутентификации PSK на SAE, защита кадров управления, замена уязвимого WPS, увеличение размера ключей шифрования и усиленная защита в открытых сетях. В рабочей спецификации большинство обещанных функций стали необязательны, либо были выпущены в качестве отдельных стандартов не связанных с WPA3.

В ходе анализа определено, что новый стандарт WPA3 позволит повысить уровень защиты сетей Wi-Fi, но не дает возможности гарантировать полноценную безопасность в связи с необязательностью применения нескольких важных улучшений. Уровень безопасности будет варьироваться в зависимости от реализации конкретного производителя.

## Алгоритми шифрування в об'єктах з радіочастотним приймачем

Романенко В.А., ДВНЗ "Криворізький національний університет"

Головною функцією в охоронюваних об'єктах є комплексна система оповіщення власника про несанкціоноване проникнення в його об'єкт (наприклад, відкриття дверей, вікон), будь-яких діях, вироблених зловмисником з об'єктом (наприклад, крадіжка майна, псування майна, переміщення в просторі або підміна інформації на помилкову), спробах нашкодити власнику. Всі сучасні сигналізації, до того ж, обладнані додатковими функціями, що підвищують зручність користування охоронюваним об'єктом. Протистояння розробників сигналізацій і злодіїв почалося ще з часів створення перших сигналізацій.

Як і будь-яка електронна система сигналізація складається з трьох конструктивних блоків: вхідних і виконавчих пристроїв, блоку управління. До вхідних пристроїв відносяться пульт дистанційного керування. В штатній сигналізації за допомогою пульта керування сигналізацією здійснюється постановка і зняття сигналізації з охорони, а також контроль стану об'єкта. У ряді конструкцій сигналізації за допомогою пульта здійснюється дистанційний запуск освітлення, включення відеофіксації, управління електрообладнанням або виклик пожежної безпеки.

Блок управління є серцем сигналізації і розташовується всередині охороняемого об'єкту, в невидимій зовні місці.

Дані між блоком управління і пультом управління передаються по радіоканалу, який є незахищеним. Іншими словами, радіохвилі поширюються не направлено і передані дані можна прослухати, перебуваючи далеко від власника охороняемого об'єкта. Використовуючи певні алгоритми шифрування, передані дані шифруються і передаються у вигляді невеликих послідовностей – пакетів.

Незважаючи на той факт, що над переданими даними відбуваються оборотні перетворення з використанням ключа з метою приховування від неавторизованих осіб (в нашому випадку від людини, які не є власником об'єкта).

Сигналізація працює за наступним принципом. Коли власник об'єкта натискає на кнопку пульта, генерується сигнал. Він несе в собі інформацію про серійний номер пристрою, секретному коді (ключ шифрування) і кількості натискань (необхідно для синхронізації роботи пульта і блоку управління). Ці дані попередньо зашифровуються перед відправленням. Сам алгоритм шифрування знаходиться у вільному доступі, але для розшифровки даних потрібно знати секретний код, який записується в пульт і пульт управління на заводі. Могло здатися, що проблема кодграбберів вирішена - але не тут то було. Динамічне кодування теж не встояла перед кодграбберів нових модифікацій.

Найнадійнішим і крипостійкість вважається діалогове кодування, що вимагає двостороннього каналу зв'язку, або наявності приймача і передавача, як в основному модулі, так і в брелоку. Даний спосіб кодування був запозичений з військової авіації. Основною його особливістю є те, що ідентифікація пульта виробляється в кілька етапів. Розглянемо докладніше процес постановки / зняття з охорони об'єкта.

Перехопити і розшифрувати пакет даних діалогової сигналізації аналітично неможливо. Пов'язано це з тим, що в кожній системі використовується індивідуальний ключ шифрування, який передається єдиний раз при реєстрації пульта в системі. Довжина ключа - 128 біт (в більш сучасних 256 біт). Для перебору такої кількості зі швидкістю навіть мільярд варіантів в секунду знадобиться більше часу, ніж існує Всесвіт.

**Висновок.** За допомогою «Діалогове кодування» можна буде забути про несанкціонований доступ до охоронюваних об'єктів від неавторизованих осіб.

## Комплекс демонстрації парольної автентифікації за протоколом S/Key

Скаленко А. В., Остапець Д. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, Україна

S/Key - система одноразових паролів (система S/Key визначається в RFC 1760). Система S/Key являє собою систему генерування одноразових паролів на основі стандартів MD4 і MD5. Система призначена для боротьби з так званими «повторними атаками», коли хакер підслуховує канал, виділяє з трафіку ідентифікатор користувача та його пароль і надалі використовує їх для несанкціонованого доступу.

Протокол S/Key реалізовано у багатьох системах, що вимагають перевірки автентичності віддалених користувачів, зокрема в системі TACACS + компанії Cisco. S/Key підтримується в Linux (через модулі ідентифікації Pluggable), OpenBSD, NetBSD і FreeBSD. До складу ОС Windows вона не входить, проте успішно функціонує під Windows. S/Key - торгова марка Telcordia Technologies, раніше відомої як Bell Communications Research (Bellcore). S/Key також іноді згадується як схема Лемпорта. Після її автора, Леслі Лемпорта, схема була розвинена Нілом Галлер, Філом Карно і Джоном Уолденом в Bellcore в кінці 1980-х.

Найважливішим завданням при віддаленій автентифікації користувачів є забезпечення достовірності каналу зв'язку. Передача по каналу зв'язку секретного ключа в закритому вигляді (в зашифрованому, або у вигляді хеш-образу) не є стійким та надійним методом до атак. Для забезпечення достовірності каналу зв'язку часто використовують метод запит-відповідь або механізм позначки часу. Процес взаємодії між сторонами протоколу може бути реалізований із застосуванням мережевих технологій або за допомогою буферних змінних.

Система S/Key заснована на технології клієнт-сервер, де клієнтом зазвичай є персональний комп'ютер, а сервером - сервер автентифікації. Спочатку клієнт та сервер налаштовуються на єдину парольну фразу і номер ітерації. Клієнт починає обмін S/Key, відправляючи до сервера пакет ініціалізації, а сервер у відповідь відправляє порядковий номер та випадкове число, так звану «домішку». Після цього клієнт генерує одноразовий пароль в ході операції, що складається з трьох етапів: підготовчого етапу, етапу генерування і функції виходу.

Головними недоліками протоколу є наступні. По-перше, при перехопленні початкового секретного ключа можна самому згенерувати таку послідовність. По-друге, користувача доводиться ініціювати заново після того, як він «витратить» всі свої одноразові паролі.

Головною перевагою протоколу є його невразливість до «підслуховування», оскільки паролі є одноразовими. S/Key застосовують, зокрема, для поліпшення характеристик протоколів централізованого контролю доступу до мережі віддалених користувачів TACACS і RADIUS

В рамках даної роботи створено програмний комплекс, що дозволяє демонструвати роботу протоколу автентифікації S/Key. Комплекс складається з серверної та клієнтської частин. Сервер являє собою імітатор автентифікації користувачів за одноразовим паролем, клієнтська частина – калькулятор одноразових паролів. Комплекс реалізується за допомогою інтегрованого середовища розробки Delphi та вбудованих у нього бібліотек.

Комплекс дозволяє проходити основні етапи роботи протоколу, вивчати та досліджувати його та може бути використаний в навчальному процесі спеціальності 125 «Кібербезпека».

## Демонстраційний комплекс стеганографічного захисту інформації та стеганоаналізу

Сухомлин О. О., Остапець Д. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Стеганографія - це наука про приховування інформації. На відміну від криптографії, яка приховує зміст таємного повідомлення, стеганографія приховує сам факт його існування.

На сьогодні одним із популярних розділів стеганографії є цифрова стеганографія. Цифрова стеганографія включає в себе методи з приховування інформації в цифрових об'єктах, завдяки його модифікації. Для стеганографії використовуються, як правило, медіа-об'єкти (зображення, звук, відео) завдяки тому, що незначні зміни таких об'єктів практично непомітні для людського сприйняття.

Існує безліч стеганографічних методів, що розрізняються за способом реалізації, типам медіа-об'єктів і модифікаціям, яким ці об'єкти піддаються. В роботі розглянуті наступні методи стеганографії на графічних контейнерах:

- Приховування інформації в найменш значущих бітах;
- Метод накладення;
- Метод приховування інформації в службових полях формату;

В результаті порівняльного аналізу був обраний метод приховування інформації в найменш значущих бітах через його наочність та простоту реалізації.

Разом з появою стеганографії почала активно розвиватися наука про виявлення факту приховування інформації - стеганоаналіз. На поточний момент існує безліч методів, які на основі аналізу медіа-файлу висувають припущення щодо факту приховування інформації.

Візуальний метод є найпростішим методом стегоаналізу, що базується на здатності зорової системи людини аналізувати і виявляти істотні відмінності в порівнюваних зображеннях.

Недоліком цього методу є непридатність для аналізу деяких типів контейнерів, наприклад JPEG-зображень.

Метод атаки на основі критерію хі-квадрат базується на припущенні, що ймовірність одночасної появи сусідніх (відмінних на найменш значущий біт) кольорів в незаповненому стегоконтейнері вкрай мала.

Недоліком даного методу є те, що метод не дає конкретної відповіді чи є в повідомленнях прихована інформація, а лише висуває припущення. Також він працює з повідомленнями із високою ентропією і кількість інформації в повідомленні повинна бути принаймні більше 30%.

Розроблюване програмне забезпечення призначене для наочної демонстрації роботи алгоритму найменш значущих біт і роботи алгоритму з виявлення факту приховування інформації на основі критерію хі-квадрат, а також реалізує можливість візуальної атаки самим користувачем.

Даний комплекс надає такі можливості:

- Заповнення контейнерів в зображенні інформацією, яка вводиться користувачем або знаходиться в текстовому файлі;
- Візуальна атака, шляхом аналізу кожного пікселя зображення самим користувачем або виділення одного молодшого RGB-біта всього зображення;
- Статистичний аналіз зображення методом хі-квадрат для виявлення факту приховування інформації.

Цей програмний комплекс може бути використаний в навчальному процесі під час підготовки бакалаврів спеціальності 125 «Кібербезпека» методами стеганографічного захисту інформації та стегоаналізу у відповідних дисциплінах.

## Розробка програмного забезпечення для захисту власника електронного зображення в Інтернеті з використанням технологій блокчейн та IPFS

Шевченко І. В., Офатенко Р. О., Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського «ХАІ», Україна

В сучасному світі з відкритим доступ до Інтернету дуже важливим є питання встановлення авторського права на контент. Крім всім відомого плагіату тексту, не менш шкідливим є плагіат зображень. У найпростішому випадку вкрадене зображення буде розміщено на схожому сайті, а оскільки алгоритми пошуку Google формують відповідь на запит в тому числі від унікальності контенту, то оригінальний власник зображення може отримати менший пріоритет. Магазины зображень з усіх сил намагаються захистити себе та своїх користувачів від неприємностей, які пов'язані з крадіжками зображень.

Були проаналізовані існуючі методи захисту зображень від копіювання: 1) заборона контекстного меню (відсутність можливості зберегти зображення при натисканні правої кнопки миші), 2) цифрова мітка (заповнення метаданих EXIF для фотографій, які були зроблені цифровою камерою), 3) водяний знак (майже прозорий логотип або надпис на зображенні), 4) IPTC метадані (метод схожий до цифрової мітки, за виключенням того, що зберігаються тільки дані про авторські права без параметрів зйомки камери), 5) заповнення анкор-листа (вказує пошуковій системі що зображення знаходиться на сайті, яке є першоджерелом), 6) зв'язок з профілем в Google+ (зображення можна пов'язати з особистим або бізнес-акаунтом в Google, що покаже пошуковій системі Google справжнього автора), 7) приховане прозоре зображення (накладення прозорого шару, який буде видно тільки після крадіжки зображення), 8) порожній файл (покриття фото мантиєю-невидимкою). Але основним недоліком всіх зазначених методів захисту зображення є їх невисока надійність. Майже всі методи захисту отримали обходи або вимагають багато ресурсів, тому на допомогу приходять сучасні та надійні рішення.

**Мета роботи** – створення нового механізму захисту цифрового зображення з використанням сучасних технологій, що дозволить ідентифікувати власника зображення без можливості підробити інформацію. **Об'єкт дослідження** – процес захисту права власності на електронні зображення в Інтернеті при продажі зображення в спеціальних онлайн-магазинах. **Предмет дослідження** – методи захисту електронного зображення за допомогою використання сучасних рішень в розподіленій обробці та зберіганні інформації, а саме технології блокчейн та IPFS.

Авторами для захисту власника зображення пропонується використовувати поєднання технологій блокчейн та IPFS.

Технологія блокчейн є інструментом, за допомогою якого можна зберігати інформацію щодо транзакцій. Вся інформація знаходиться у блоках, які в свою чергу впорядковані у ланцюг («чейн»). Усі блоки пов'язані між собою, а для запису нового блоку потрібно послідовно зчитати інформацію зі «старих» блоків, тобто пройтись по всьому ланцюгу. Усі дані в блокчейні накопичуються і формують базу даних, яка постійно доповнюється. З цієї бази даних неможливо видалити жодного елемента (блока), а також абсолютно виключена заміна блоку. Головна перевага полягає в тому, що база даних нескінченна, тобто до неї можна записати будь-яку кількість транзакцій, при чому будь-яка підробка інформації є неможливою, оскільки кожна спроба видалення записів фіксується.

IPFS – це розповсюджена файлова система, яка прагне підключатись до всіх комп'ютерних пристроїв з встановленим IPFS для пошуку файлів. IPFS побудована на концепції ідентифікування даних за хешом.

Поєднане використання технологій блокчейн та IPFS для зберігання інформації щодо власників зображення, тобто для зберігання історії продажів зображення, дозволить перейти на новий рівень захисту авторських прав у Інтернеті.



## Обґрунтування критеріїв оцінки моделі сталого економічного розвитку

Савчук Л. М., Удачина К. О., Савчук Р. В., Національна металургійна академія України, Україна

Сталий економічний розвиток виступає умовою соціального прогресу людства. Для математичного моделювання цього процесу важливо визначитися з критеріями його оцінки, встановити адекватний зв'язок між цільовою функцією та обмеженнями моделі.

Огляд теоретичних засад моделювання сталого економічного розвитку сприяє побудові більш точної та ефективної математичної моделі.

Серед концепцій сталого економічного розвитку виділяються дві, найбільш узагальнені. Перша за критерій сталого розвитку соціально-економічних систем приймає економію енергії. Згідно з цим критерієм оптимальною є та траєкторія розвитку, яка забезпечує досягнення бажаного стану системи з мінімальними витратами енергії.

Друга концепція виходить з того, що критерієм сталого розвитку соціально-економічних систем виступає економія часу. Закон економії часу розглядається як всезагальний економічний закон, який відображає зростання продуктивності праці, тобто зменшення витрат часу на виробництво одиниці продукції. Суспільно необхідний робочий час при цьому розглядається як міра суспільно необхідних витрат праці на виробництво одиниці продукту.

Перехід від енергії до часу здійснюється через певну енергетичну константу – витрати енергії у процесі праці при середньому рівні її інтенсивності, кваліфікації та технічної оснащеності. Традиційно, фіксація певної на даний момент константи питомих витрат енергії за годину праці в суспільно нормальних умовах дозволяла користуватися критерієм економії часу як універсальним критерієм технічного та соціального прогресу, що визначає магістральні шляхи всього соціального розвитку.

Синтез критеріїв економії енергії та економії часу виступає більш точним індикатором при поясненні та визначенні магістральних траєкторій сталого соціально-економічного розвитку. Внаслідок цього можна вважати за один із провідних варіаційних принципів економіки принцип найменшої соціально-економічної дії, згідно з яким із множини варіантів розвитку соціально-економічної системи здійснюється той, для якого соціально-економічна дія мінімальна.

Під соціально-економічною дією розуміється величина, що має розмірність добутку соціально-економічної енергії на час. Соціально-економічна енергія як кількісна міра руху соціально-економічної форми матерії повинна виражатися певним комплексом показників. Економічну енергію у вузькому сенсі можна трактувати як інтегрований показник усіх видів енергії, які втілені у факторах виробництва, що задіяні у виробничому процесі.

Принцип найменшої соціально-економічної дії більш адекватно, ніж закон економії часу характеризує джерело та спосіб підвищення ефективності суспільного виробництва, а економічна дія виступає більш відповідною узагальнюючою мірою економічних ресурсів суспільства. Особливої актуальності даний підхід набуває у зв'язку з проблемою вичерпаності ряду природних ресурсів, коли стає очевидним, що тільки за рахунок збільшення швидкості, темпів переробки економічних ресурсів, економії часу, живої та уречевленої праці не можна вийти на нову сталу траєкторію соціально-економічного прогресу.

## Дослідження часових та функціональних характеристик реляційних баз даних

Терлецький І. А, Іванов О.П., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

Сьогоденний світ потребує від сервісів вміння обробки та зберігання величезної кількості інформації. Не є винятком й Укрзалізниця. Щодня обчислювальні центри цієї організації обробляють терабайти даних для того, щоб забезпечити максимальну безпеку та комфорт для пасажирів та оточуючих. Проте дані пасажирів, рейсів, оптимальні маршрути, тощо - все це потребує надійного сховища. З кожним роком кількість збереженої інформації збільшується, тому доводиться проводити дослідження щодо її оптимізації та більш швидкого доступу до даних. Досить добре для цього підходять реляційні бази даних. Реляційна база даних є сукупністю елементів даних, організованих у вигляді набору формально описаних таблиць, з яких дані можуть бути доступними або повторно зібрані багатьма різними способами без необхідності реорганізації таблиць бази даних. Проте існує декілька модифікацій. У даному дослідженні ми обрали такі системи управління базами даних як MySQL, PostgreSQL та SQLite.

Метою цієї доповіді буде питання розробки системи щодо аналізу та доцільності використання тієї чи іншої реляційної бази даних, в залежності від структури даних та їх взаємозв'язків. Прикладом такої системи представляється експертна система щодо визначення оптимальної конфігурації сервера, базуючись на http-запитах та кількості часу, що займає обробка такого запиту (оцінка трафіку). Проте, на відміну від такої експертної системи оцінки трафіку, дана система має абстрагуватись від апаратної складової, тому тестування обраної схеми даних повинно проводитись на серверах з різною конфігурацією. Це потрібно для того, щоб дати апаратно незалежну оцінку ефективності тієї чи іншої реляційної бази даних на вимогу структури.

Для розробки такої системи було використано декілька серверів Amazon AWS, з різною конфігурацією. Amazon Web Services (AWS) - комерційна публічна cloud-технологія, що підтримується і розвивається компанією Amazon. Надає передплатникам послуги як по інфраструктурній моделі (віртуальні сервери, ресурси зберігання), так і платформного рівня (cloud бази даних, cloud програмне забезпечення, cloud обчислення, засоби розробки). У якості експериментальних даних було обрано датасет Stanford Microarray Data, оскільки представляє собою величезний набір даних обробки геному.

У якості back-end частини було використано Python, а саме Flask, оскільки потрібно лише створювати базу на обраному сервері згідно шаблону. У якості front-end частини було використано React, оскільки це дає змогу полегшити відображення результатів дослідження та розробити гнучкий інтерфейс Дизайн front-end частини виконаний у мінімалістичному стилі, згідно з Google Material Design Guideline, щоб користувачу було приємно та звично користуватись таким інтерфейсом.

Такий набір технологій та концепцій дозволяє обрати СКДБ з найкращими показниками для вказаної структури даних та їх взаємозв'язків. Перевага полягає в тому, що дана система може розширятися для підтримки інших серверів з різноманітною конфігурацією та підтримкою інших наборів метрик, які можна доповнювати.

## **Аналіз засобів конструктивного моделювання мереж Петрі для дослідження паралельних процесів**

Парфенюк О.Р., Литвиненко К.В., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. А. Лазаряна, Україна

Мережі Петрі - математичний апарат для моделювання динамічних дискретних систем. Описано в дисертаційній роботі Карла Петрі "Kommunikation mit Automaten" на здобуття наукового ступеня доктора наук в 1962 році. Мережа Петрі є двочастковий орієнтований граф, що складається з вершин двох типів - позицій і переходів, з'єднаних між собою дугами. Вершини одного типу не можуть бути з'єднані безпосередньо. У позиціях можуть розміщуватися мітки (маркери), здатні переміщатися по мережі.

В даний час мережі Петрі застосовуються, в основному, в моделюванні. У багатьох областях досліджень явище вивчається не безпосередньо, а опосередковано, через модель. Модель - це уявлення, як правило, в математичних термінах того, що вважається найбільш характерним в досліджуваному об'єкті або системі. Маніпулюючи моделлю системи, можна отримати нові знання про неї, уникаючи небезпеки, дорожнечу або незручності аналізу самої реальної системи. Зазвичай моделі мають математичну основу.

Для більшої зручності і наочності застосовується графічне уявлення мережі Петрі, яке представляє собою двочастковий орієнтований мультиграф. Так як структура мережі Петрі представляє собою сукупність позицій і переходів граф мережі Петрі має двома типами вузлів. Гурток  $\circ$  позначає позицію, а планка  $|$  - перехід. Орієнтовані дуги (стрілки) з'єднують позиції і переходи, при цьому деякі дуги спрямовані від позицій до переходів, а інші - від переходів до позицій. Дуга, спрямована від позиції до переходу, визначає позицію, яка є входом переходу. Вихідна позиція вказується дугою від переходу до позиції.

Мережі Петрі найчастіше застосовуються при моделюванні. З їх допомогою можуть бути промодельовані багато систем, особливо системи з незалежними компонентами, наприклад апаратне і програмне забезпечення ЕОМ, фізичні та соціальні системи. Мережі Петрі застосовуються для моделювання виникнення різних подій в системі, так само вони можуть моделювати потік інформації або інші ресурси системи, особливо варто виділити роль мереж Петрі в моделюванні паралельних процесів. Однак застосування мереж Петрі не обмежується одним лише моделюванням динамічних систем або процесів, вони широко використовуються в теоретичному програмуванні, при вирішенні задач функціональної специфікації і верифікації програмного забезпечення, організації обчислювальних процесів і управління.

Було запропоновано застосування конструктивного моделювання для дослідження паралельних процесів. В результаті проведення експериментів було встановлено, що розроблений вид моделювання мереж Петрі виконується швидше ніж із застосуванням класичних програмних засобів моделювання, важливо, що моделювання може відбуватися для мереж будь-якого масштабу. Оптимальним варіантом використання конструктивного моделювання є у моделюванні виробничих процесів за допомогою конструктивно-побудованих мереж Петрі.

## Дослідження впливу зазорів механічної передачі на роботу редуктора стрілочного електропривода

Буряк С. Ю., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

В сучасній практиці експлуатації стрілочних електричних приводів залізничної автоматики на теренах України існує проблема в застосуванні електричних двигунів. Складається така ситуація, коли гарантований розробниками експлуатаційний термін використання електричних приводів добігає кінця, або навіть вичерпався зовсім для великої кількості одиниць, а їх продовжують застосовувати й надалі, що здебільшого стає причиною збільшення навантаження на двигун і зменшення терміну його експлуатації.

В даному питанні необхідно виробити теоретичне підґрунтя для визначення можливості подовження терміну експлуатації таких електроприводів та науково обґрунтувати їх з метою надання чи заборони в кожному конкретному випадку дозволу на подальшу експлуатацію кожного окремо взятого стрілочного електроприводу.

Метою досліджень є встановлення характеру навантаження на двигун при застосуванні його в електроприводі з великим терміном експлуатації.

На умови експлуатації стрілочних електричних двигунів впливають наступні чинники: стабільність джерела живлення, характер і величина навантаження, навколишні умови, власні конструктивні особливості. Величину навантаження на двигун визначає маса стрілочних вістряків, які необхідно перевести, щоб змінити напрям руху залізничною колією. При цьому характер навантаження на двигун визначає редуктор, який перетворює обертовий рух двигуна на поступальний рух шибєру.

Передатний механізм електроприводів чотирьох каскадний. Обертовий рух вала електродвигуна перетворюється в поступальне переміщення шибєру за допомогою чотирьох зубчастих пар.

Електродвигун приводу під'єднується до вхідного вала редуктора за допомогою врівнювальної муфти, яка допускає невеликий радіальний зсув вала електродвигуна відносно вхідного вала редуктора при збереженні паралельності їх вісей.

У перехідних (динамічних) режимах, усі елементи механічних ланок, до яких прикладається момент, піддаються деформаціям. Розглянемо процес передачі моменту від двигуна до робочої машини

Коли починає обертатися двигун, то спочатку відбувається скручування вала. Кінець вала з боку двигуна обертається, а кінець вала з боку робочої машини ще нерухомий. Відбувається деформація вала. Розрахунок пружностей механічних з'єднань при моделюванні викликає найбільші труднощі.

Із збільшенням значення коефіцієнта пружності механічна частина стає більш жорсткою і деформація зменшується. І при наближенні його значення до нескінченності рух, переданий від електродвигуна до робочої машини, не перекручується і механічну частину привода можна розглядати як одномасову систему.

Момент інерції робочої машини приводиться до вала двигуна. Швидкості двигуна і робочої машини збігаються. Але у тих випадках, коли коефіцієнт жорсткості виявляється невеликим і деформація стає суттєвою, то таких мас, з'єднаних валами, може бути декілька.

Аналіз багатомасових систем надзвичайно складний, тому всі махові маси зазвичай зводять до двох: двигуна з власним моментом інерції і робочої машини відділеної пружним моментом і власним моментом інерції. Така механічна структура являє собою двомасову систему.

Якщо передатні механізми, що з'єднують двигун та робочу машину не являють собою суцільні вали, планетарні передачі або канати, а представлені редуктором для зміни

швидкості обертання, то механічне з'єднання за допомогою шестерень потребує урахування впливу зазору на динаміку двомасової механічної системи.

Механічне з'єднання за допомогою шестерень потребує урахування впливу зазору на динаміку двомасової механічної системи. Величина зазорів залежить від початкового положення передачі. Зазвичай приймається однаковою з обох боків шестерні, що є актуальним для передатного механізму стрілочного електроприводу, оскільки за увесь час експлуатації він працює однаково кількість разів у прямому та зворотньому напрямках руху. При цьому з'являються вироблення одночасно з обох сторін зубів шестерної передачі. Чим більший строк експлуатації, тим більші значення мають зазори.

Система передачі обертання, що враховує зазор і система, яка його не враховує, має принципову відмінність. З отриманих значень стало відомо, що збільшений зазор в механічній передачі призводить до появи пульсуючого навантаження, в той час, коли при відсутності зазору така пульсація мінімальна.

Слід при цьому також відмітити, що досліді виконані для приведеної двомасової системи, а оскільки стрілочний редуктор має чотири каскади передачі руху, то прикладене зусилля буде мати ще більше нестабільний характер.

Важливо відмітити, що зі збільшенням часу експлуатації збільшується зазор у механічній передачі, оскільки збільшується виробіток зубів шестерної передачі. Зі збільшенням зазорів збільшується також і нестабільність навантаження на валу електричного двигуна. Це призводить до збільшення споживання електричної енергії, а характер її споживання при цьому приймає пульсуючий вид. Двигун працює в режимі додаткового навантаження, що призводить до скорочення терміну його експлуатації. При цьому слід враховувати, що електрична мережа – це нестабільне джерело живлення, а тому робота двигуна ускладнюється ще більше, що і призводить до збільшення його зносу.

Таким чином, встановлено вплив зазорів у механічній передачі на роботу стрілочного електродвигуна. На підставі встановленої залежності при проведенні додаткових досліджень можна визначити закономірність між збільшенням зазору і строком експлуатації електричних двигунів. Окрім цього, виміри зазорів дозволять своєчасно фіксувати їх збільшення і за допомогою екстраполяції прогнозувати досягнення ними критичних значень та виконувати вчасну заміну обладнання.

## **Випробування математичної моделі роботи індуктивного зв'язку системи автоматичної локомотивної сигналізації**

Гололобова О. О., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

В сучасній практиці експлуатації за умовами безпеки руху сигнал світлофора має передаватися на локомотив, який до нього рухається, та дублюватися в кабіні машиніста. Дану задачу на більшості магістральних шляхів виконує автоматична локомотивна сигналізація неперервного типу з числовим кодуванням. Проте такий канал зв'язку не є захищеним від дії зовнішніх завад, найпотужнішими серед яких є складові тягового струму, електромагнітні поля ліній електропередач, асиметрія рейкових кіл, зони стиків та багато інших. Також великий вплив має швидкість руху поїзда, виникаючі вібрації при русі та вірогідність відмов напільних пристроїв. Дія цих чинників призводить до появи збоїв та відмов у роботі системи, що значно впливає на безпеку руху поїздів.

Методи вивчення принципів дії АЛСН, які застосовуються в експлуатації, не є досконалими. За порядком взаємодії локомотивна бригада при виявленні порушення у роботі АЛС під час руху повідомляє про нього працівників служби руху, які фіксують випадок і передають інформацію для розгляду працівникам служби сигналізації та зв'язку. Працівники даної служби оглядають місце, де відбувся збій кодів, та перевіряють напругу у рейковому колі. За досвідом експлуатації, якщо вздовж колії, або між рейками знаходиться підготовлена до заміни рейка, то найбільш вірогідною причиною збою кодів є її залишкова намагніченість, яка здебільшого з'являється у процесі вантажних робіт із застосуванням електричних магнітів. У більшості ж випадків причини залишаються не з'ясовані. Найбільш високу достовірність фіксування та аналізу різноманітних недоліків системи дає використання вагон-лабораторії та автоматизована обробка отриманої інформації, але даний спосіб потребує додаткових фінансових витрат на утримання вагон-лабораторії та обслуговуючого персоналу, а також необхідність безпосереднього виїзду на відповідну ділянку, що не завжди є зручним і доцільним способом.

Враховуючи велику значимість забезпечення безпеки руху, удосконалення роботи АЛСН з метою покращення сприйняття сигналів та зменшення впливу завад будь-якого походження залишається актуальною на даний час.

З метою запобігання появам збоїв кодів, необхідно створити умови, за яких система самостійно буде відрізняти сигнали з корисною інформацією, від сигналів з помилками. На першому етапі необхідно визначити еталонні сигнали, які використовуються системою для функціонування, і сигнали з найбільш поширеними збоями при передачі інформації. Найкращим способом вирішення цієї задачі є моделювання дії пристроїв, оскільки дозволяє провести необхідну кількість експериментів без виїзду на лінію обертання поїздів та дослідити дію усіх складових елементів системи окремо, як у режимі нормального функціонування, так і під дією завад.

На основі аналізу структури та функціонування пристроїв системи АЛСН розроблена математична модель каналу зв'язку її вхідних пристроїв з рейковою лінією АЛСН з урахуванням взаємної індуктивності між рейками та приймальними котушками локомотива. Приведені результати моделювання на виході фільтру при подачі на вході всіх видів кодових комбінацій. Оскільки сигнали, отримані від моделі, та виміряні з вагон-лабораторії, задовільно співпадають, то розроблена модель вхідних пристроїв приймача АЛСН відповідає її реальному аналогу. За результатами проведених вимірювань було також встановлено, що найбільше абсолютне значення відхилення вимірних значень напруги на прийомних котушках вагон лабораторією і отриманих за допомогою моделі виявлено для варіанту підвіски прийомних котушок над рівнем голівки рейки 180 мм і становить усього 0,02 В. Таким чином відносна похибка складає 2,9%. З результатів моделювання також встановлено, що розроблена модель відтво-

рює ідеальний сигнал в реально діючих пристроях. Завдяки цьому стає можливим експериментальне вивчення роботи АЛСН в умовах виникнення завад та спотворення кодового сигналу, а також дослідження та визначення поведінки схеми під час нормального режиму експлуатації та при дії завад без виїзду в зону дії перешкод у віртуальній середовищі математичного пакету MATLAB та його розширенні Simulink. Таким чином, з'явилася можливість моделювання появи ймовірних складних ситуацій, що призводять до збоїв кодів, та розробки способів виявлення, попередження та захисту дії пристроїв від них. А також є можливість в середовищі MATLAB та Simulink розробляти і застосовувати різні схемні рішення для зменшення впливу завад на функціональну здатність АЛСН.

## Обработка больших объёмов данных с использованием платформы Apache Hadoop

Голяк И.О., ДВНЗ Украинский государственный химико-технологичный университет,  
Украина

Понятие больших объёмов данных стало популярным в последние годы. Это понятие связано с распределенной обработкой больших объемов данных. Большие данные – это наборы данных, размер которых достигает такого предела, когда ими становится тяжело оперировать, используя имеющиеся инструменты управления данными. Трудоёмкими становятся сбор и хранение, распределение, анализ и визуализация данных. В современном мире объемы больших данных постоянно растут, стремясь от нескольких десятков терабайтов к петабайтам данных. Необходимость в таких системах растет с каждым годом - все больше компаний сталкиваются с проблемой растущего объема данных. Для того, чтобы эффективно обрабатывать большие объёмы данных при приемлемых временных затратах, необходимы особые технологии. Такими технологиями можно считать глубинный анализ данных (data mining), технологию Apache Hadoop Framework. Многие известные компании такие как Facebook, Twitter, Yahoo!, и другие используют Hadoop. Большая часть из них принимают участие в развитии этого продукта. Это не случайность, т.к. большие компании первыми столкнулись с проблемой обработки больших объемов данных. Сейчас Hadoop используется не только в интернет-компаниях, но и во многих других сферах, где возникает проблема с объемом данных (экономика, астрономия, биология, физика и т.д.)

Hadoop – является проектом с открытым исходным кодом. Hadoop используется для надежных, масштабируемых и распределенных вычислений, но может также применяться и как хранилище файлов общего назначения, способное вместить петабайты данных. Многие компании используют Hadoop в исследовательских и собственных целях. Распределенная файловая система Hadoop - отвечает за сохранение данных на кластере Hadoop. Алгоритм MapReduce — был разработан для обработки больших объемов данных на кластере.

HDFS – это система хранения данных, используемая приложениями Hadoop. HDFS повторно копирует блоки данных и распределяет эти копии по вычислительным узлам кластера, тем самым обеспечивая высокую надежность и скорость вычислений. Данные распределяются по нескольким машинам во время загрузки. HDFS оптимизирована больше для выполнения потоковых считываний файлов, нежели для нерегулярных, произвольных считываний. Файлы в системе HDFS пишутся однократно и внесение никаких произвольных записей в файлы не допускается. Приложения могут считывать и писать файлы распределенной файловой системы напрямую через программный интерфейс Java.

MapReduce – это модель программирования и каркас для написания приложений, предназначенных для высокоскоростной обработки больших объемов данных на больших параллельных кластерах вычислительных узлов.

В данной работе рассмотрены различные технологии работы с большими объемами данных. Проведен сравнительный анализ этих технологий, который показал преимущество технологии с использованием платформы Apache Hadoop.



# TEMPUS: CITISET & SEREIN & CRENG

**ФАКУЛЬТЕТ «Комп'ютерні технології і системи» ГОТУЄ ФАХІВЦІВ ЗА СПЕЦІАЛЬНОСТЯМИ: «ІНЖЕНЕРІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ», «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ», «КІБЕРБЕЗПЕКА», «АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНО ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ», ТА НАВЧАЛЬНОЮ ПРОГРАМОЮ «СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РУХОМ ПОЇЗДІВ» СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ». В УНІВЕРСИТЕТІ ТА НА ФАКУЛЬТЕТІ ДІЮТЬ МІЖНАРОДНІ МАГІСТЕРСЬКІ ПРОГРАМИ В ГАЛУЗЯХ «ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ», «ВИСОКОШВИДКІСНИЙ ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ», «КРИЗА ТА РИЗИК ІНЖЕНІРІНГ В СФЕРІ ТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ». ВЕДЕТЬСЯ ПІДГОТОВКА ДОКТОРІВ РНД ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ «КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ».**



**вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро,  
Україна, 49010,  
тел. +38(056)373-15-52  
diit.edu.ua**

