

**Міністерство освіти і науки України**  
**Дніпропетровський національний університет**  
**залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна**



**TEMPUS: CITISET & SEREIN**

**ТЕЗИ**

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

**ABSTRACTS**

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

**ТЕЗИСЫ**

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

**12.12.2018 – 13.12.2018**

**Дніпро**  
**2018**

**УДК 658.512.2:681.3.06**

Сучасні інформаційні та комунікаційні технології на транспорті, в промисловості і освіті: Тези XII Міжнародної науково-практичної конференції (Дніпро, 12-13 грудня 2018 р.). – Д.: ДНУЗТ, 2018. – 186 с.

У збірнику представлені тези доповідей XII Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні та комунікаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті», яка відбулася 12-13 грудня 2018 року в Дніпропетровському 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.

ст. викл. Дзюба В. В.

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

**Скалозуб В.В.** д.т.н., професор, декан факультета «Технічна кібернетика» 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, Лінчопинський 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., Вильнюський технічний ун-т ім. Гедимінаса, Литва

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

**Гаврилюк В. І.** д.ф-м.н., проф., зав. кафедри АТЗ, 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

**Зиненко О. Л.** к.т.н., зам. начальника Управління статистики ПАТ «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

**Михальов О.І.** д.т.н., проф., зав. каф. інформаційних технологій і систем, ДМЕ-ТАУ, м. Дніпро

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

**Нікітченко М. С.** д.ф-м.н., проф., зав. каф. теорії та технології програмування, КНУ ім. Т. Шевченка, м. Київ

**Осовик В. М.** к.т.н., глав. інженер – перший зам. начальника регіональної філії «Південно-західні залізниця» ПАТ "Укрзалізниця"

**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 УкрУЗТ

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

**Цейтлін С. Ю.** к.т.н., зам. директора філії ПКТБ ІТ ПАТ " Укрзалізниця "

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

## ЗМІСТ

Формування інформаційних технологій з оцінки та планування розвитку потенціалу залізничного туризму регіону.....	19
Пшінько О. М., Скалозуб В. В., Марценюк Л. В., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
<b>АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НА ТРАНСПОРТІ І В ПРОМИСЛОВОСТІ .....</b>	<b>22</b>
Determination of traction current harmonics parameters by windowed FFT.....	23
Havryliuk V. I., Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Dnipro, Ukraine	
Detection of disturbances in railway control signals using wavelet transforms.....	24
Havryliuk V. I., Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Dnipro, Ukraine	
Дослідження координатних систем інтервального регулювання руху поїздів .....	25
Гончаров К. В., Драгун К. О., Нагорна Н. А., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Підвищення безпеки руху поїздів шляхом удосконалення пристроїв локомотивної автоматики .....	26
Гончаров К. В., Міщенко М. О., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Удосконалення пристроїв контролю функціонального стану та пильності машиніста .....	27
Гончаров К. В., Нагорна Н. А., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Автоматизований облік робочого часу працівників локомотивних бригад в умовах впровадження АРМ нарядника локомотивних депо (АРМ ТЧБ АСУ Т) .....	28
Гусєва В. В., Хотін М. В., Шепель В. В., філія «ПКТБ ІТ» ПАТ «Українська залізниця», Україна	
Підвищення точності ідентифікації місцезнаходження рухомого складу залізничного транспорту .....	29
Єгоров О. Й., Заєць О. П., Матвієнко Д. В., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Імітаційна модель процесу ідентифікації вагонів у відчепу .....	30
Доманська Г. А., Єгоров О. Й., Трошин Є. О., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Переведення лінійних АРМ господарства перевезень на платформу WPF .....	31
Жевжик Є. Г., Репа О. П., Овчаренко С. М., Овчаренко О. О., Філія «Проектно-конструкторське технологічне бюро інформаційних технологій» ПАТ «Укрзалізниця», Україна	

Забезпечення автоматизованого аналізу графіку виконаного руху пасажирських та приміських поїздів при форс-мажорних обставинах в інформаційних системах.....	32
Жевжик Є. Г., Репа О. П., Овчаренко С. М., Стегній Т. О., Філія «Проектно-конструкторське технологічне бюро інформаційних технологій» ПАТ «Укрзалізниця», Україна	
Визначення маршруту проходження стрілочного перевалу за допомогою пристроїв інерціальної навігації.....	33
Жуковицький І. В., Заєць О. П., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Удосконалення автоматизованого управління накопиченням составів за рахунок контролю швидкості руху вагонів по сортувальним коліям.....	34
Жуковицький І. В., Устенко А. Б., Дзюба В. В., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна	
Інтелектуальні механізми управління парками технічних систем залізничного транспорту засобами аналітичних серверів.....	35
Жуковицький І. В., Скалозуб В. В., Устенко А. Б., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Облік вагонних парків вантажних вагонів та їх середнього часу знаходження на об'єктах інфраструктури ПАТ «Укрзалізниця». Автоматизація складання звітів ДО-2АР та ДО-6А.....	36
Коваленко Л. О., Подоляк С. В., Виноградов В. В., Павлючкова Г. Л., філія «ПКТБ ІТ» ПАТ «Українська залізниця», Україна	
Електромагнітна сумісність пристроїв залізничної автоматики з системою тягового електропостачання.....	37
Кузнецова А. В., Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара, Україна	
Сердюк Т. М., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна, Україна	
Діагностування малопотужних двигунів постійного струму.....	38
Кузнецова А. В., Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара, Україна	
Сердюк Т. М., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна, Україна	
Математична модель малопотужного електродвигуна постійного струму з послідовним збудженням.....	39
Кузнецова А. В., Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара, Україна	
Сердюк Т. М., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна, Україна	
Контроль параметрів кодового струму й рівня електромагнітних завад з вагону-лабораторії.....	40
Сердюк Т. М., Ярош Т. Ю., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	

Методика аналізу ефективності автоматизованого управління накопиченням составів з використанням контролю руху вагонів по сортувальних коліях .....	41
Устенко А. Б., Дзюба В. В., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна	
Рішення з розпізнавання номерів залізничних вагонів на базі штучних нейронних мереж .....	42
Устенко А. Б., Решетняк Р. С., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна	
Розробка та розвиток системи видачі та відміни попереджень .....	43
Цейтлін С. Ю., Кондратьєва Г. В., філія «ПКТБ ІТ» ПАТ «Українська залізниця», Україна	
Централізована автоматизована система контролю підготовки составів пасажирських поїздів в рейс .....	44
Цейтлін С. Ю., Півень В. О., Квірікадзе В. Р., Білий Ю. О., філія «ПКТБ ІТ» ПАТ «Українська залізниця», Україна	
Розробка програмного забезпечення обробки та запису інформації щодо комплектації вантажного вагону деталями гальмівного обладнання .....	45
Цейтлін С. Ю., Тараскіна Т. Є., Харитонова Т. Л., філія «ПКТБ ІТ» ПАТ «Українська залізниця», Україна	
Електронний податковий облік ПАТ Укрзалізниця .....	46
Цейтлін С. Ю., Чепіжко С. П., Острогова Л. М., філія «ПКТБ ІТ» ПАТ «Українська залізниця», Україна	
Фіксація дислокації поїздів засобами ССН .....	47
Цейтлін С. Ю., Чередниченко М. С., Жевжик Є. Г., Кійко І. М., Овчаренко С. М., Філія «Проектно-конструкторське технологічне бюро інформаційних технологій» ПАТ «Укрзалізниця», Україна	
Оцінка програмного забезпечення систем залізничного транспорту станційного рівня на відповідність вимогам українських стандартів .....	48
Чумаченко А. В., Суліма Є. А., Корляков М. О., Єчин О. В., ВП ХАРТРОН-АРКОС ЛТД, м. Харків	
Розробка автоматизованого обліку знімних деталей вантажного вагону .....	49
Школяр Я. М., Михаліна О. О., Браткевич Л. А., філія «ПКТБ ІТ» ПАТ «Українська залізниця», Україна	
Актуальные научные и технические задачи развития автоматизированных систем и интеллектуальных технологий на железнодорожном транспорте Республики Казахстан .....	50
Абуова А., Еркелдесова Г., Оралбекова А., Казахский университет путей сообщения, Казахстан	
Совершенствование способа контроля скорости и положения поезда на участке приближения к железнодорожному переезду .....	51
Гаврилюк В. И., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина	

Автоматизация контроля технического состояния устройств сигнализации и связи с оценкой рисков возникновения транспортных происшествий.....	52
Гаврилюк В. И., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина	
Модернизация стрелочных электроприводов и системы технического обслуживания.....	53
Лысюк В. В., Коваленко А. А., Сердюк Т. Н. Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, Украина	
Теоретические и экспериментальные исследования влияния электромагнитных помех тягового электроснабжения на рельсовые цепи.....	54
Мелешко В. В., ПАТ "Украинская зализныця" Департамент автоматики и телекоммуникаций, Киев, Украина	
Исследование точности измерения скорости скатывания вагонов точечными датчиками в условиях сортировочной горки промышленного ж.д. транспорта .....	55
Остапец Д. А., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В.Лазаряна, Украина, Говор О. В., Grand Parade s.p.z.o., Польша, Безденежных П. Е., Zoo Plus, Германия	
Исследование эффективности прицельного регулирования скорости скатывания вагонов в условиях грузовой ж.д. станции промышленного предприятия.....	56
Остапец Д. А., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В.Лазаряна, Украина, Тихонов А. П., Нижегородский индустриальный колледж, Россия	
Необходимость унификации схем путевого развития и технического оснащения станций на основе единой базы данных цифровых объектов .....	57
Переplавченко Е. М., Белорусский государственный университет транспорта, Республика Беларусь	
Беспроводная система заряда аккумуляторных батарей на транспорте .....	58
Сердюк Т. Н., Сердюк К. Н., Зубко А. В., Радзиховский К. С., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина	
Совершенствование схем и средств защиты в панелях электропитания поста ЭЦ.....	59
Сердюк Т. Н., Сердюк К. Н., Яремчук М. Р. Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина	
Модернизация устройств переездной сигнализации на железных дорогах Украины.....	60
Сердюк Т. Н., Сердюк К. Н., Яремчук Я. В., Леонов М. В., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина	
Секционирования путей сортировочных парков железнодорожных станций .....	61
Терещенко Е. А., Белорусский государственный университет транспорта, Республика Беларусь	

Планирование ремонтов локомотивов в условиях автоматизации .....	62
Ткаченко Е. В., Романюк Я. М., філія «ПКТБ ІТ» ПАТ «Українська залізниця», Устенко А. Б., ДНУЗТ, Україна	
Типовые компоненты проектирования АРМов .....	63
Чередниченко А. С., Таллиннский университет, Эстония Кобзев А. В., Бровкіна І. Ю., філія «ПКТБ ІТ» ПАТ «Українська залізниця», Україна	
<b>СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ, МІКРОПРОЦЕСОРНІ СИСТЕМИ .....</b>	<b>64</b>
Issues of developing gas consumer's safety device .....	65
Iashvili N., Scientific-research and engineering technical center of “Automatization”, Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia	
Підвищення ефективності режимів в електричних системах з тяговими навантаженнями.....	66
Доманський В. Т., Троцай А. В., Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Україна Костін Г. М., ПРАТ «Харківенергозбут», Україна	
Комплексна система технічного обслуговування і ремонту пристроїв електропостачання за станом на базі їх діагностики і моніторингу .....	67
Доманський І. В., Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Україна Переверзев К. В., ТОВ «ДАК-ЕНЕРГЕТИКА», Україна	
Удосконалення системи організації вагонопотоків за рахунок використання методів імітаційного моделювання.....	68
Матвієнко Х. В., Папахов А. Ю., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. А. Лазаряна, Україна	
Застосування математичного моделювання до задач оптимізації ефективної підтримки шахт вугледобувної галузі .....	69
Михайлова Т. Ф., Дніпропетровський національний технічний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Формування неоднорідностей структури зливка під час кристалізації .....	70
Надригайло Т. Ж., Борис Б. А., Дніпровський державний технічний університет, Україна	
Аналіз моделей суміщеного пасажирського та вантажного руху .....	71
Нестеренко Г. І., Музикін М. І., Авраменко С. І., Сагіров Г. В., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Дослідження можливості реалізації управління макетом одноколіїної станції у лабораторії кафедри УЕР сучасними мікроконтролерами .....	72
Норкіна Ю. Д., Шаповал М. О., Жуковицький І. В., Хмарський Ю. І., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	



Використання методу подвійного інтегрування для вимірювання зарядів зворотного відновлення напівпровідникових приладів.....	73
Шаповалов В. О., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, Україна	
Создание автоматической системы химического контроля питьевой воды для повышения эффективности работы водоочистных сооружений.....	74
Бибилеишвили Д. В., Махашвили К. А., Иашвили Н. Г., Грузинский Технический Университет, Грузия	
Вопросы разработки автоматизированных информационно-измерительных систем контроля качества сточных вод.....	75
Махашвили К. А., Бибилеишвили Д. В., Иашвили Н. Г., Грузинский Технический Университет, Грузия	
Прогнозирование медицинских записей карт пациентов с использованием нейронной сети.....	76
Пазылова А.Т., Украинский государственный химико-технологический университет, Украина	
Проектирование системы управления коэффициентом загрузки технологического оборудования поточной линии.....	77
Пигнастый О.М., Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Украина	

## **ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ І В ПРОМИСЛОВОСТІ..... 78**

Integrating Attribute-Based Access Control into Ontologies.....	79
Rukhaia Mikheil, Institute of Applied Mathematics, Tbilisi State University, Georgia	
Advantages of ASP.NET Framework For Developing Rich Web Applications.....	80
Shkliarova Hanna, PC-EFTPOS, Sydney, Australia	
Anomaly Prediction in Cloud Transport System.....	81
Tsyarkin Mykhailo, Tsyapkina Kateryna, Germany	
How did we help the Danish travel agency to increase conversions by 10%.....	82
ui42@spol.s r.o. ui42.com, Slovakia	
Ecological attitude and systemic solutions in municipal waste management as exemplified by Poland and Ukraine.....	83
Yuliia Bulhakova, Poznań University of Economics and Business, Poland	
Проектування та дослідження моделі двоспрямованого перетворювача струму.....	84
Бакум Д. С., Дмитрієва І. С., Національна металургійна академія України, Україна	
Технологія розробки програмного забезпечення інтерфейсу веб-служб на основі мікросервісної архітектури.....	85
Білецький А. С., Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара, Україна	

Процедури інтелектуальної інформаційної технології формування багатогрупних составів .....	86
Білий Б. Б., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В Лазаряна, Україна	
Інформаційна система прогнозування рівня забруднення атмосферного повітря і параметрів мікроклімату в робочих зонах .....	87
Біляєв М. М., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Русакова Т. І. Дніпровський національний університет імені О. Гончара, Україна	
Аналіз сучасних розробок в області прогнозування часових рядів з використанням прихованих моделей Маркова.....	88
Долгих А. О., Дніпровський національний університет ім. Олесья Гончара, Україна	
Байбуз О. Г., Дніпровський національний університет ім. Олесья Гончара, Україна	
Програмна реалізація та дослідження ефективності алгоритмів пошуку найкоротших шляхів на графах.....	89
Журба А. О., Лисенко О. Ю., Національна металургійна академія України, Україна	
Концептуальне та онтологічне моделювання залізничного транспорту .....	90
Жучий Л. І., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Модель структурованої задачі.....	91
Зіноватна С. Л., Куцос Д. М., Одеський національний політехнічний університет, Україна	
Дослідження і аналіз предметних конструктивних моделей .....	92
Ільман В. М., Скалозуб В. В., Івченко Ю. М., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. Лазаряна В. А., Україна	
Аналіз та планування багатопродуктових потоків у мережах на основі клітинних автоматів .....	93
Круподер В. І., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна	
Система виявлення запозичень з фільтрацією результатів .....	94
Куроп'ятник О. С., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна	
Аналіз сучасних технологій віртуалізації .....	95
Лобанов О. І., Безуб В. Н., Національна металургійна академія України, Україна	
Моделювання процесу координаційної взаємодії органів оперативного управління в умовах виникнення НС .....	96
Ложкін Р. С., Херсонський національний технічний університет, Україна	

Моделювання процесів призначення виконавців робіт в умовах невизначеності.....	97
Мацукевич В. О., Андрющенко В. О., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна	
Фрактальне оцінювання розгалуженості доріг великих міст.....	98
Михальов О. І., Козар О. В, НМетАУ, Дніпропетровськ	
Нейро-мережеве моделювання процесів розвитку епілепсії для виявлення кризових ситуацій.....	99
Міронов І. В., Білозьоров В. Є., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна	
Конструктивне моделювання і декомпозиція програмних середовищ.....	100
Нечай В. Я., Нежуміра О. І., Ільман В. М., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. Лазаряна В. А., Україна	
Алгеброалгоритмічні та онтологічні засоби автоматизації проектування наукових робочих процесів .....	101
Овдій О. М., Інститут програмних систем НАН України, Україна	
Дослідження можливостей Linq Expression Tree.....	102
Островська К. Ю., Буханцев В. В., Національна металургійна академія України, Україна	
Аналіз алгоритмів сортування інформації для розв'язку різних задач.....	103
Островська К. Ю., Гусар Л. О., Національна металургійна академія України, Україна	
Нечіткий логічний висновок в системі управління безпілотного літального апарату .....	104
Островська К. Ю., Цибулін Д. А., Національна металургійна академія України, Україна	
Паралельні уніфіковані алгоритми оптимального планування неоднорідних динамічних, нечітких і конкурентних процесів у транспортних мережах .....	105
Панік Л. О. Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина Oleksii Satsuta, ui42, Slovakia	
Використання методів штучного інтелекту при проектуванні комп'ютерної мережі .....	106
Пахомова В. М., Бондарева В. С., Піскун А. В., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Маршрутизація в інформаційно-телекомунікаційній системі залізничного транспорту з використанням інтелектуального мультиагентного методу .....	107
Пахомова В. М., Доманська Г. А., Чорна О. Г., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Розподіл потоків трафіку в мережі MPLS з використанням нейронної мережі.....	108
Пахомова В. М., Нечаєв А. С., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	

Використання нейронечіткої мережі для організації маршрутизації в інформаційно-телекомунікаційній системі залізничного транспорту .....	109
Пахомова В. М., Скабалланович Т. І., Васильченко П. А., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Аналіз нелінійної системи з імпульсними впливами .....	110
Піліпчук В. Н., WayneStateUniversity, USA Волкова С. А., Український державний хіміко-технологічний університет, Україна	
Статистичне моделювання випадкових векторів .....	111
Послайко Н. І.; Дніпропетровський національний технічний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна; Україна	
Формування категорій конструктивною моделлю .....	112
Скалозуб В. В., Ільман В. М., Шинкаренко В. І., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. Лазаряна В. А.	
Про декомпозицію та гібридні алгоритми в комбінаторній оптимізації .....	113
Тимофієва Н. К., Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН та МОН України, Україна	
Про методи розробки програмного забезпечення додатку з голосовим інтерфейсом.....	114
Ткачук Л. С., Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Україна Божуха Л. М., Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Україна	
Інтероперабельне середовище проектування компонентів комп'ютерних мереж .....	115
Точилін В. В., Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем, Україна	
Розробка тривимірної моделі та дослідження параметрів вертикального стрічкового верстата в середовищі Autodesk Inventor .....	116
Тубалець О. С., Дмитрієва І. С., Національна металургійна академія України, Україна	
Комп'ютерна модель матеріальних потоків ливарного цеху та її дослідження.....	117
Хомченко А. С., Дмитрієва І. С., Національна металургійна академія України, Україна	
Новітні 4D-гіперхаотичні системи з комплексною динамікою .....	118
Чорний В. В., Дніпровський національний університет ім. О.Гончара, Україна	
Розробка і дослідження системи «Цифрова бібліотека університету» на основі WEB-технологій.....	119
Шаповал О. С., Ключник І. А. Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Статистичний та рекурентний аналіз природномовних текстів .....	120
Шинкаренко В. І., Демидович І. М., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	

Конструктивно – продукційне моделювання стохастичних процесів .....	121
Шинкаренко В. І., Литвиненко К. В., Чигір Р. Р., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені В. Лазаряна, Україна	
Використання сплайн-регресійних моделей для аналізу часових рядів .....	122
Шумейко О. О., Іскандарова-Мала А. О., Дніпровський держаний технічний університет, Україна	
Використання мікрокомп'ютерів Orange PI 2G-IoT у якості сервера для Інтернету речей.....	123
Ясько М. М., Дніпровський національний університет ім. Олесь Гончара, Україна	
Нечеткие процедуры диагностирования параметров программных и технических комплексов.....	124
Olexiy Zakharov, Unity Technologies, Copenhagen, Denmark Скалозуб В. В., Клименко И. В., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина	
Обзор процесса разработки ПО в крупной IT компании.....	125
Sergiy Shpak, Tampa, USA	
Модели информационной технологии анализа и прогнозирования характеристик нерегулярных последовательностей состояний сложных систем .....	126
Skalozub M.V., Genera Networks AB, Sweden Скалозуб В. В., Мурашов О. В. Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина	
О проблемах вычисления времени задержки систем с запаздыванием и их реконструкции по известному временному ряду .....	127
Белозеров В. Е., Зайцев В. Г., Сырык С. Ф., Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара, Украина	
Информационная система для анализа работы аэротенков .....	128
Беляев Н. Н., Козачина В. А., Лемеш М. В., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина	
Информационная технология оценки экологического ущерба при чрезвычайной ситуации в хранилище твердого ракетного топлива.....	129
Беляев Н. Н., Сучинец С. Ю., Тесленко К. О., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина Берлов А. В., ДВНЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», Украина	
Информационная система анализа и оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха при аварийных ситуациях на железнодорожном транспорте .....	130
Беляев Н. Н., Тютюнник А. А., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина	

Калашников И. В.      ГП      «Проектно-изыскательный      институт железнодорожного транспорта Украины «Укрзалізничпроект», Украина Якубовская З. Н., Украинский государственный химико-технологический университет, Украина	
Информационная система оценки ущерба при аварийных разливах на транспорте .....	131
Беляева В. В., Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара, Украина	
Долина Л. Ф., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина	
Имитационное моделирование процесса принятия оптимального решения в условиях конфликта .....	132
Гасанов З. М., каф. «Прикладная математика», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина	
Особенности информационного моделирования технологии работы на трехмерных реконструкциях железнодорожной станции .....	133
Головнич А. К., Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель, Республика Беларусь	
Моделирование технологических процессов с помощью языка UML .....	134
Горбова А. В., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна	
Использование информационных технологий для анализа взаимодействия токосъемника электровоза с контактным проводом электросети .....	135
Каплюк И. И., Белорусский государственный университет транспорта, Беларусь	
Исследование инструментальных средств сбора трассировки приложений.....	136
Колодка В. А., ДНУЖТ, Украина	
Параллельный алгоритм для решения задач глобальной оптимизации.....	137
Косолап А. И., Билык М. А., ДВНЗ Украинский государственный химико- технологичный университет, г. Днепр, Украина	
Инженерная методика оценки показателей надёжности компьютерных систем в нечетких условиях .....	138
Косолапов А. А., Ивин П. В., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина	
Об использовании стандартов описания онтологий при разработке баз знаний интеллектуальных систем.....	139
Лобода Д. Г., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, Украина	
Методы и модели представления знаний в интеллектуальных информационных системах координационного управления в условиях ЧС.....	140
Ляшенко Е. Н., Херсонский национальный технический университет, Украина	

Методи оптимізації в логістичі.....	141
Майлыбаев Е. К, Исайкин Д. В, Казахский университет путей сообщения, Казахстан	
Интеллектуальные технологии в управлении на транспорте.....	142
Негрей В. Я., Пожидаев С. А., Белорусский государственный университет транспорта, Республика Беларусь	
Некоторые вопросы разработки современных интеллектуальных систем управления организационно-техническими процессами .....	143
Самойлов С. П., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В.А. Лазаряна, Украина	
Система прогноза изменения виртуальной валюты на основе анализа настроек пользователей .....	144
Шаповалова Ю. С., Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара, Украина	
<b>ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СФЕРІ ОСВІТИ.....</b>	<b>145</b>
Reproducible research in machine learning.....	146
Andriushchenko Maksym, Saarland University, Germany	
Comparative characteristics of the Metrics Project Design Tools.....	147
Komleva N. O., Odessa National Polytechnic University, Ukraine	
E-learning as a leading method in education.....	148
Pavlenko O. I., Okorokov A. M., Dnipropetrovsk National University of Railway Transport the name of academician V. Lazaryan, Dnipro, Ukraine	
Top trends in innovative education in the world .....	149
Pavlenko O. I., Okorokov A. M., Dnipropetrovsk National University of Railway Transport the name of academician V. Lazaryan, Dnipro, Ukraine	
MOOC as the main opponent of traditional education.....	150
Pavlenko O. I., Okorokov A. M., Dnipropetrovsk National University of Railway Transport the name of academician V. Lazaryan, Dnipro, Ukraine	
Автоматизована система розрахунку та прогнозування кількості науково- педагогічних працівників Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара .....	151
Верба О. В., Зайцева Т. А., Простяк М. Ю. Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Україна	
Розробка багатоступеневого тесту в СДН MOODLE.....	152
Гришечкін С. А., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Мультимедійна складова дистанційного курсу .....	153
Гришечкіна Т. С., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Впровадження системи електронного контролю якості знань .....	154
Гурьєва Є. Г., Бабенко М. В., Дніпровський державний технічний університет, Україна Бабенко Ю. М., Ільєнко А. В., Національний авіаційний університет, Україна	

Розробка електронного навчального посібника з теорії алгоритмів та дослідження його ефективності .....	155
Журба А. О., Заславський О. Є., Національна металургійна академія України, Україна	
Проектування архітектури автоматизованої навчальної системи .....	156
Комлева Г. О., Одеський національний політехнічний університет, Україна	
Використання принципів гейміфікації у задачах автоматизованого навчання .....	157
Комлева О. О., Одеський національний політехнічний університет, Україна	
Інтерактивні інтернет-засоби для маркетингових досліджень попиту абітурієнтів на освітні послуги.....	158
Лижов М. В., Дніпропетровський Національний Університет Залізничного Транспорту імені акад. Лазаряна, Україна	
Підходи до створення навчального курсу із VR-AR для студентів спеціальності “Комп’ютерна інженерія”.....	159
Устенко А. Б., Іванов О. В., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна	
Адаптивне програмне забезпечення для аналізу показників діяльності та рейтингової оцінки роботи студентів .....	160
Чістяков К. В., Дніпропетровський Національний Університет Залізничного Транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Що до використання он-лайн ресурсів у наукових дослідженнях і освіті.....	161
Шевченко Г. Я., ТОВ Ноосфера, м.Дніпро, Україна.	
Sara Pérez Martínez, Profesora de la Universidad Complutense de Madrid, Reino de España	
Искандарова-Мала А. О., Дніпровський державний технічний університет, Україна	
Шумейко О. О., Дніпровський державний технічний університет, Україна	
Мовна особистість сучасного викладача. Гендерний аспект .....	162
Шуліченко Т. С., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Проблемы организации образовательного процесса при освоении инновационных технологий DevOps .....	163
Коротенко Г. М., Коротенко Л. М., Мякенький А. В., Национальный технический университет «Днепропетровская политехника», Украина	
Влияние развития цифровых технологий на преподавание компьютерных дисциплин в ВУЗе .....	164
Коротенко Г. М., Коротенко Л. М., Рябичев О. О., Национальный технический университет «Днепропетровская политехника», Украина	
<b>ІНФОРМАЦІЙНА БЕЗПЕКА.....</b>	<b>165</b>
Електронне управління: латентні загрози безпеці вітчизняного інформаційного простору.....	166
Агієнко І. В., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна, Україна	



Дослідження та розробка засобів автоматизованого проектування елементів систем захисту інформації.....	167
Вахмістров М. О., Остапець Д. О., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Моделювання алгоритмів оцінки каналів системи зв'язку LTE.....	168
Гнатушенко В. В., Демченко І. Р., Національна металургійна академія України, Україна	
Огляд методів визначення штучних об'єктів у просторі.....	169
Гнатушенко В. В., Числов Ю. Ю., Національна металургійна академія України, Україна	
Дослідження та розробка комплексу контролю доступу на базі біометричних методик.....	170
Годун Е. Д., Капшученко Д. О., Остапець Д. О., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Дослідження та розробка апаратно-програмного генератора випадкових чисел.....	171
Дьоміна Т. А., Остапець Д. О., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Дослідження та розробка засобів захищеного обміну повідомленнями.....	172
Євстігнєєв Д. І., Остапець Д. О., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Підвищення рівня захищеності корпоративної мережі.....	173
Івченко Ю. М., ДНУЗТ, Дніпро, Україна	
Івченко В. Г., ВП «Дніпровське відділення» філії ГІОЦ, Дніпро, Україна	
Сас Т. В., ВП «Дніпровське відділення» філії ГІОЦ, Дніпро, Україна	
Роль SIEM у сфері інформаційної безпеки організації.....	174
Кабаченко Д. О., Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна	
Дослідження та розробка засобів біометричної ідентифікації та автентифікації користувачів за допомогою відбитку пальця.....	175
Коваль Т. Ю., Остапець Д. О., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Методи, моделі та інформаційні технології використання процедури для автоматичного тестування сайтів.....	176
Литовченко Т. О., Лахно В. А., Національний університет біоресурсів та природокористування України	
Інвестування у кібербезпеку з використанням систем підтримки прийняття рішень (СППР).....	177
Плиська Л. Д., Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна	
Методи та інформаційні технології кластерного аналізу надзвичайних ситуацій в смарт-сіті.....	178
Порохня І. М., Лахно В. А., Національний університет біоресурсів і природокористування, Україна	

Дослідження та розробка засобів демонстрації стеганографічного захисту інформації.....	179
Сичов О. А., Остапець Д. О., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Дослідження та розробка засобів демонстрації роботи протоколу NTLM.....	180
Снігур А. Р., Остапець Д. О., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Дослідження та розробка засобів демонстрації роботи протоколу Kerberos .....	181
Ткаченко О. О., Остапець Д. О., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Розробка курсу лабораторних робіт на тему «Використання інтелектуальних засобів у системах захисту інформації».....	182
Цикало І. Д., Жуковицький І. В., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, Україна	
Дослідження та розробка системи автентифікації з використанням апаратних генераторів одноразових паролів.....	183
Чумаченко В. Р., Остапець Д. О., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна	
Выбор хеш-функции для применения в технологии Блокчейн .....	184
Кравчук П. В., Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина	
Исследование методов атаки и защиты в беспроводных сетях Wi-Fi.....	185
Педенко И. А., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина.	
Комплекс демонстрации стеганографической защиты информации и стеганоанализа .....	186
Сухомлин А. А., Остапец Д. А., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина	

## **Формування інформаційних технологій з оцінки та планування розвитку потенціалу залізничного туризму регіону**

Пшінько О. М., Скалозуб В. В., Марценюк Л. В., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Для України у теперішній час актуальним являється завдання формування та розвитку іміджу як туристично привабливої Європейської держави. В останній період у національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна були виконані дослідження та розробки щодо створення методологічних і теоретико-методичних засад сфери підтримки залізничного туризму (ЗТ), запропоновано проект розвитку такої діяльності в Закарпатті. Завдання із оцінки та наступного планування розвитку потенціалу залізничного потенціалу певного регіону являється надзвичайно складним. Воно має багато неоднорідних складових, потребує застосування відповідних методів дослідження та оптимального планування складних соціально-економічних процесів у часі тощо. Реалізація таких завдань за умов забезпечення повторюваності, керованості, достовірності та результативності процесів потребує створення спеціалізованого математичного та відповідного програмного забезпечення. У представленій доповіді обговорюється широкий спектр питань щодо формування інформаційної технології із оцінки та планування розвитку потенціалу залізничного туризму (ІТЗТ) в Україні. При цьому обговорюються основні проблеми, завдання, моделі та методи функціонування при створенні ІТЗТ, наводяться вимоги щодо її необхідних властивостей, складу програмних засобів, а також потреб інформаційного та організаційного забезпечення тощо.

У доповіді показано, що зараз в Україні потрібно докласти значні зусилля для розвитку внутрішнього туризму. Це дозволить відновити інфраструктуру, пов'язану з рекреаційними зонами та історичними й культурними пам'ятками, підвищити інтерес для пізнання культури, що також збагатить духовний світ населення. При цьому було виявлено, що в Україні є значний потенціал для розвитку залізничного туризму, проте його форми є маловідомими для вітчизняних туристів, тому до нього сформоване або інертне, або негативне ставлення. Залучення додаткового туристичного пасажиропотоку можливе шляхом кардинального поліпшення умов проїзду, розширення спектру послуг та розробки доступних тарифів.

В якості теоретичного фундаменту для ефективного формування та розгортання сфери послуг ЗТ в Україні авторами розроблено економіко-математичну модель планування процесів діяльності туристичних операторів та агентів з урахуванням умов ризиків та кооперації, представлену у вигляді дискретної двоетапної моделі оптимізації, яка забезпечує вибір набору найбільш рентабельних маршрутів ЗТ, а також економіко-математичну модель дискретного оптимального планування, призначену для визначення наборів ефективних маршрутів, що забезпечують максимум критерію чистої приведеної вартості при встановленій системі вимог до діяльності туристичних операторів, яка дозволить обрати оптимальні набори маршрутів залізничного туризму на Закарпатті. Перша економіко-математична модель дозволяє здійснити оптимальний вибір множини туристичних маршрутів із встановленого набору на заданому полігоні вузькоколіїної залізниці, які забезпечують максимальну рентабельність операторів при виконанні заданих умов здійснення туристичної діяльності. Пропонована методика базується на принципі незалежності функціонування окремих туристичних маршрутів, адитивності функцій оцінки показників діяльності операторів. Урахування можливих ризиків на етапі формування множини найбільш рентабельних туристичних маршрутів забезпечується шляхом застосування двоетапних моделей вибору та планування. В якості системи обмежень моделі виступають вимоги щодо рухомого складу, кількості туристів та рейсів туристичного поїзда, кількості визначених категорій маршрутів тощо.

При формуванні моделі вважаються заданими варіанти залізничних туристичних

маршрутів. Визначено можливі варіанти рішень залежно від зовнішніх умов і типу вихідної інформації. А саме:

Варіант В1. Результатом оптимального планування являється один маршрут, який є найбільш рентабельним за рік (після його введення у дію).

Варіант В2. Реалізація вибору одного варіанту туристичного маршруту з урахуванням ризиків (можливих додаткових витрат через невизначеність проекту).

Варіант В3. Вибір не одного, а групи маршрутів, які разом задовольняють обмеженням по ресурсах.

Варіант В4. Вибір групи маршрутів, які разом задовольняють обмеженням по ресурсах з урахуванням ризиків.

Варіант В5. Формування моделі кооперації операторів (маршрутів), яка забезпечує максимум рентабельності при комбінації маршрутів (кожний із маршрутів оптимальної групи має особисту розраховану частоту реалізації, але забезпечується максимальний загальний рівень показника рентабельності).

Зараз розроблені необхідні економіко-математичні моделі планування розвитку сфери залізничного туризму, які визначають оптимальні рішення відповідно варіантів В1–В5. При цьому для кожного В1–В5 визначаються описи окремих маршрутів, кожний із яких представляється в моделі окремою бінарною змінною. Встановлюються допустимі значення змінних та допустимі області значень виробничих та економічних показників, розрахованих для конкретного набору змінних величин. У змістовному сенсі завдання оптимального планування полягає у визначенні таких значень змінних, які задовольняють обмеженням моделі і забезпечують максимальну оцінку показника рентабельності (або деякого іншого економічного показника ефективності туристичної діяльності).

Також створено методика визначення параметрів запропонованих економіко-математичних моделей, яка становить основу відповідних процедур створюваної технології ІТЗТ. При цьому урахується, що певні економіко-математичні моделі в цілому подібні між собою, але мають інший аналітичний вигляд цільові функції (рентабельність, показник чистої приведеної вартості ін.). Разом з тим для реалізації завдань оптимального планування необхідна різна інформаційна база, яка потребує постійного системного оновлення та супроводу.

Одним із важливих завдань являється завдання планування і вибору черговості запровадження туристичних маршрутів при урахуванні збурень, тобто стохастичних факторів – множини випадкових станів, що визначають певний передбачуваний сценарій реалізації відмови (збурення у процесах колійного розвитку, придбання рухомого складу, відсутність своєчасного інвестиційного забезпечення тощо). Такі моделі планування за умов ризику виникають, коли відомі ймовірності (або суб'єктивні ймовірності) можливих збурень станів або параметрів системи (варіанти постановок В2, В4). При формуванні моделей у цьому випадку для кожного можливого збурення визначають сценарії відмов, які описують окремі шаблони реалізації планів. При моделюванні оптимального планування визначають значення характерних параметрів умов невизначеності, а також оцінки додаткових витрат, необхідних для компенсації збурень, і їх ймовірності. При цьому необхідні значення параметрів моделей (встановлюються експертним шляхом) вважаються відомими. Для визначеності стани збурень визначаються як діапазони значень деяких відхилень сукупності планових показників, які містять питомі оцінки додаткових витрат на корегування плану в умовах ризику. Опис випадкових параметрів моделі, а також функцій додаткових витрат, формалізує постановки двоетапних завдань планування процесів залізничного туризму.

Моделі вибору групи оптимальних туристичних маршрутів в умовах ризику, а також при кооперації маршрутів з метою максимізації загального прибутку, узагальнюють критерій для вибору одного маршруту. Відзначимо, що вибір групи оптимальних туристич-

них маршрутів при детермінованих параметрах або в умовах ризиків (варіанти постановок В3, В4) може бути реалізованим, якщо система обмежень виконується одночасно для всіх вибраних маршрутів одночасно, тобто, при забезпеченні зв'язаності маршрутів, достатності рухомого складу, готовності інфраструктури тощо. Виконання принципу незалежності економічних показників оптимальних маршрутів, коли кожен із туристичних маршрутів варіанту плану прагне максимізувати показник своєї ефективності, дозволяє розглядати систему обмежень у сукупності, адитивно. Для цього розроблено алгоритм реалізації моделей В1-В6, які генерує всі можливі варіанти утворення груп маршрутів ЗТ.

Через те, що постановки та моделі аналізу і упорядкування груп залізничних маршрутів утворюються шляхом простого об'єднання всіх варіантів діяльності, а також обмежень на ресурси, реалізація їх забезпечується встановленими формами критеріїв. Моделі кооперації маршрутів для забезпечення максимуму загальної чистої приведеної вартості відрізняються від попередніх моделей критеріїв частотами виконання (число на рік) поїздок по кожному із маршрутів, що увійшли у оптимальну групу. При цьому розраховуються частоти реалізації поїздок, для яких забезпечується максимальний загальний рівень показника чистого приведеного прибутку.

У доповіді приведено моделі оптимального планування розвитку залізничного туризму на Закарпатті, які забезпечують реалізацію додаткових вимог щодо вихідних розрахункових параметрів. Для пошуку оптимальних значень частот, з якими необхідно обирати окремі маршрути у оптимальному кооперативному плані, щоб забезпечувати вимоги допустимості рішень, формується завдання лінійного програмування відносно кількості виконання окремих маршрутів за встановлений період. Розглядаються також питання щодо багатокритеріального та багатоетапного планування. Представлені моделі планування розвитку залізничного туризму в регіоні сформовані, виходячи з умов існування і інтересів єдиного інвестиційного центру. Тому в якості критеріїв оптимальності виступають максимальні значення сумарних доходів від туристичної діяльності. Представлені вище моделі не передбачають участі в проєкті і конкуренцію декількох інвесторів, зацікавлених в першочерговому розвитку різних туристичних маршрутів. У доповіді представлено завдання із формалізації механізмів конкуренції і аналізу їх ефективності. По-перше, зазначені критерії базуються на правилі зовнішнього вирішення конфліктів між інвесторами. У цьому випадку механізм перерозподілу отриманого максимального прибутку встановлюється поза моделлю планування. Створення та реалізація такого механізму пов'язана з вирішенням багатьох неформальних проблем. В якості методу вирішення конфліктів інвесторів пропонується використовувати ігровий принцип гарантованого результату, який реалізує вимоги рівноправності інфраструктурних інвесторів. Реалізація моделі планування за цим критерієм дозволить вибрати туристичні маршрути, а також частоти поїздок по ним, які забезпечують прибутки інвесторам відповідно до їхнього внеску в розвиток залізничного туризму.

Розроблені моделі оптимального інвестування процесів створення та використання інфраструктури залізничного туризму, які враховують різноманітні фактори планування. Особливостями них є облік довгостроковості періоду реалізації інфраструктурних проєктів, наявність багатьох зацікавлених учасників проєкту, які можуть мати неспівпадаючі інтереси, наявність численних факторів невизначеності, пов'язаних із вибором величин розрахункових параметрів тощо.

Створювана інформаційна технологія ІТЗТ автоматизує процеси планування за наведеними моделями розвитку потенціалу залізничного туризму в Україні.

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

## **Determination of traction current harmonics parameters by windowed FFT**

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

The one of the main sources of the electromagnetic disturbances in electrified railways is the rolling stock and the traction system as a whole. New types of rolling stock should be tested on EMC with railway signaling systems before they are allowed to operate. Also monitoring of electromagnetic interference in signaling circuits should be periodically performed during the entire period of their operation in accordance with the schedule.

The aim of the article is to give a brief overview of choosing the correct parameters of the windowed FFT 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 evaluate an accuracy of determining the root-mean-square values of the TC harmonics, their durations and frequency bands by using windowed FFT, four different types of high- and moderate-resolution windows have been chosen.

For the windowed FFT spectral analysis, an analytically synthesized signal was used with known amplitude and frequency parameters of the harmonics, the values of which were taken in accordance with the permissible parameters of the harmonics. Knowledge of the signal parameters makes it possible to estimate the accuracy of the spectral analysis of the traction current using a window FFT with the chosen parameters.

The main frequency of the signal was taken as 50 Hz and RMS value – 200 A. RMS values and frequencies of other harmonics in the synthesized signal were corresponded to the permissible RMS current values and rated frequencies presented in table 1. For convenience RMS values for harmonics in synthesized signal were recalculated into relative units in order that effective value of the main harmonic to be equal unity. The sampling frequency for the signal was chosen as 27500 Hz according to the Nyquist frequency requirements. Lengths of windows were taken as 32768 samples according to requirement that maximum permitted time for disturbances is 0.3 s. Frequency resolution can be calculated as 0.27 Hz for rectangular window, 0.54 Hz for Hann and Hamming windows, and 0.81 Hz for Blackman window. Such values of frequency resolution are satisfactory for TC spectral analysis.

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 determination 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.

## **Detection of disturbances in railway control signals using wavelet transforms**

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

One of the main sources of electromagnetic interference at electrified railways is the rolling stock and the traction system as a whole. Rolling stock is a non-linear power load that generates electrical disturbances in the traction network, covering a wide frequency range with significant variations in amplitude, and these disturbances penetrate into railway signal lines through conductive or inductive paths and can lead to maloperation of signalling systems.

Information on the state of the tracks, signal lights, railway switches, etc. is transmitted to the control room, and control commands are sent in the opposite direction to the tracks and signalling systems. The safety of train traffic is directly dependent on the accuracy of the transmission of information and control signals. Data in railway electrical signaling systems are transmitted by coded current with amplitude shift keying (ASK) or frequent keying (FSK). The ASK signals are more often used because of their simpler generation by the contact transmitter, but such signals have low noise immunity. Ensuring of the timely detection of possible signal distortions in transmission lines is possible by organizing the monitoring of electromagnetic interference in them.

The aim of the work is to investigate the effectiveness of the using of the wavelet decomposition method to identify distortion in continuous ASK railway signals with amplitude greater certain level.

STFT is widely used for spectral analysis of traction current, but this method has some limitations, and one of them is associated with trade-off between the FFT window length and the frequency band caused by the use of a fixed-length window. This restriction becomes important when the signal has transient components localized in time. Therefore, the STFT is more useful for analyzing quasi-stationary signals.

In recent decades, wavelet theory has become a powerful signal processing tool, widely used for non-stationary signal analysis in many practical applications. Wavelet transform (WT) allows simultaneous analysis of signal features in both the time and frequency domains, but in contrary to STFT, wavelet analysis uses a varied time window, the length of which depends on the frequency being analyzed. This property of WT makes it very effective for revealing the features of continuous non-stationary signals.

Simulation signals are generated using MatLab in a form of a pure ASK (on-off keying) signal with a carrier frequency of 50 Hz and a 6-bit frame, as well as five variants of a distortion in original signal in the form of pulses with an exponential form envelop, additive noise, dips, swellings and with low-frequency transients. The number, locations in time, amplitude values and durations of disturbances in signal were randomly varying by a computer program. The average value of disturbances was equal to signal amplitude and average duration of disturbances was amounted to 0.25 from code pulse or pause length.

The signal segments of four period of keying were decomposed using a four-level wavelet packet transform (WPT) with db4 wavelet. For signals with sags, swells and low-frequency transients, some features appear in the time dependence of the WPT coefficients in node (4.0), and, in general case, all investigated distortions of the signal cause appearance of localized features in the time dependences of the coefficients for higher order nodes.

The strong influence of distortions of ASK signals on the distribution of WPT coefficients in nodes allow to use WPT to revealing and localization of signal distortions in time.

However, the monitoring of long-duration signals by using WP decomposition meet some obstacles, connected with need to perform pattern recognition for WPT coefficients in the time domain, which requires considerable time and computer resources.



## **Дослідження координатних систем інтервального регулювання руху поїздів**

Гончаров К. В., Драгун К. О., Нагорна Н. А., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Системи інтервального регулювання руху поїздів (СІРРП) призначені для забезпечення високої пропускної спроможності залізничних ліній та безпеки руху поїздів. На сьогоднішній день в Україні основною СІРРП на перегонах є система автоблокування (АБ). При застосуванні АБ перегін розбивається на фіксовані блок-ділянки, на границях яких ставляться прохідні світлофори. В залежності від місцезнаходження поїздів автоматично змінюються показання прохідних світлофорів, що дозволяє машиністу визначити де знаходиться попереду їдучий поїзд та дотримуватись безпечного міжпоїзного інтервалу. Мінімальна довжина блок-ділянки повинна бути не менше гальмівного шляху поїзда, у якого він максимальний. Таким чином, в традиційних системах АБ розділення перегону на блок-ділянки з незмінною довжиною є оптимальним лише для одного типу поїзда з певною масою, довжиною та швидкістю. Для інших типів поїздів не забезпечується можливість отримати максимальну за умовами безпеки руху пропускну спроможність перегону. Крім цього, в традиційних системах автоблокування застосовуються матеріаломістки та дорогі рейкові кола, прохідні світлофори, кабельні лінії, пристрої захисту та узгодження, які потребують значних експлуатаційних витрат.

Однією із альтернатив систем АБ з фіксованими блок-ділянками можуть стати координатні системи інтервального регулювання (КСІР) на базі радіозв'язку, в яких використовується технологія рухливих блок-ділянок. Суть такої технології полягає в тому, що регулювання руху виконується не на границю фіксованих блок-ділянок, а на координату хвоста поїзда, що рухається попереду. При цьому сам поїзд можна розглядати як рухливу блок-ділянку. Поточна координата поїзда, що рухається попереду, визначається бортовими пристроями та через радіоканал передається в центр радіоблокування, де розраховується точка прицільного гальмування. Дана інформація через радіоканал передається на поїзд, що рухається позаду. Бортовим обладнанням цього поїзда розраховується необхідний швидкісний режим та крива гальмування згідно з отриманими даними. Координати всіх поїздів на ділянці визначаються за допомогою супутникової навігації та/або колійних прийомо-відповідачів (баліз), датчиків шляху і швидкості.

В рамках даної роботи були проведені розрахунки пропускної спроможності перегону при використанні трьохзначної системи автоблокування та координатної системи інтервального регулювання. Було встановлено, що при використанні трьохзначного АБ пропускна спроможність лінійно збільшується при підвищенні швидкості руху поїзда. Збільшення довжини блок-ділянки призводить до зменшення пропускної спроможності. Розрахункова пропускна спроможність перегону при використанні координатних систем була більшою у порівнянні з трьохзначною АБ. Крім цього при КСІР залежність пропускної спроможності від швидкості є нелінійною та дозволяє зберегти високу пропускну спроможність при різних швидкостях руху поїзда, маючи при цьому точку максимуму. Розраховавши за цією точкою оптимальну швидкість можна наблизитись до потенційної пропускної спроможності. Найменший розрахунковий інтервал попутного слідування спостерігався при високих швидкостях та великих прискореннях гальмування. В той же час при високих швидкостях та малому прискоренні гальмування, інтервал починав збільшуватись. Таким чином, КСІР є найбільш ефективними на швидкісних та високошвидкісних магістралях, де у поїздів великі швидкості та прискорення гальмування, а також на ділянках зі змішаним рухом, де рухаються як швидкі пасажирські (з великим прискоренням гальмування та високою швидкістю) так і вантажні поїзди (з невеликими швидкостями і прискоренням гальмування). Проте впровадження таких систем можливе лише після доказу їх функціональної безпеки та техніко-економічного обґрунтування.

## **Підвищення безпеки руху поїздів шляхом удосконалення пристроїв локомотивної автоматики**

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

Безпека руху поїзда багато в чому залежить від надійної та ефективної роботи пристроїв локомотивної автоматики. На сьогоднішній день в Україні застосовується система автоматичної локомотивної сигналізації безперервної дії з числовим кодуванням АЛСН. Така система, розроблена ще в 40-х роках минулого століття, є морально застарілою та має цілий ряд недоліків: низьку інформативність (застосовуються лише три команди, що забезпечує інформування машиніста про вільність лише двох блок-ділянок), високу інерційність (час переключення АЛСН складає приблизно 5 секунд), низьку надійність (застосовуються електромагнітні реле другого класу надійності), обмежені функціональні можливості та низьку завадостійкість. Проблема удосконалення пристроїв локомотивної автоматики є особливо актуальною в умовах збільшення швидкостей рухомих одиниць.

Сучасні системи локомотивної автоматики, які застосовуються в країнах Західної Європи та інших країнах світу, крім прийому сигналів АЛС виконують ще цілий ряд функцій: визначають місцезнаходження поїзда, розраховують допустиму швидкість руху з урахуванням поточної поїзної ситуації, постійних та тимчасових швидкісних обмежень, забезпечують автоматичне службове або екстрене гальмування поїзда при виникненні небезпечних ситуацій та ін. Наприклад, в Європейській системі керування залізничними перевезеннями ERTMS для визначення місцезнаходження поїзда застосовуються спеціальні колійні прийомо-відповідачі – євробалізи та пристрої одометрії. За допомогою баліз також передається на локомотив інформація про постійні швидкісні обмеження. Інформація про тимчасові обмеження швидкості, а також різні команди диспетчера поступають на локомотив через систему цифрового радіозв'язку GSM-R. Аналогічні рішення використовуються в Китайській системі керування рухом поїздів CTCS. Російський пристрій локомотивної автоматики КЛУБ-У визначає поточну координату поїзда за допомогою систем супутникової навігації GPS та ГЛОНАСС, а постійні швидкісні обмеження зчитуються з електронної карти маршруту. Крім цього, на всіх швидкісних та високошвидкісних залізничних лініях використовуються тільки багатозначні системи автоматичної локомотивної сигналізації, які забезпечують інформування машиніста про вільність, принаймні, п'яти-шести блок-ділянок.

Враховуючи закордонний досвід, на нашу думку доцільною є поетапна модернізація систем автоматичної локомотивної сигналізації в Україні. Перший етап: впровадження на локомотивах всіх типів пристроїв супутникової навігації та електронної карти, що дозволить автоматично визначати постійні швидкісні обмеження, відстані до різних об'єктів (світлофорів, стрілок, залізничних переїздів та ін.), розраховувати криву гальмування. На сьогоднішній день деякі локомотиви в Україні вже обладнані російською системою КЛУБ-У або українською системою ImproTRAIN-250, які виконують подібні функції. Другий етап: впровадження багатозначної системи автоматичної локомотивної сигналізації. Це стосується перш за все ділянок зі збільшеними швидкостями руху. У разі впровадження в Україні швидкісного та високошвидкісного руху застосування багатозначних систем АЛС є обов'язковим. Третій етап: впровадження системи цифрового радіозв'язку для передачі на локомотив інформації про тимчасові швидкісні обмеження, а також різних команд поїзного диспетчера, таких як дозвіл на проїзд червоного світлофора або гальмування поїзда незалежно від дій машиніста. В перспективі канал цифрового радіозв'язку може стати основним каналом для передачі сигналів АЛС та забезпечить можливість координатного регулювання руху поїздів. Реалізація зазначених етапів дозволить підвищити рівень безпеки руху поїздів та пропускну спроможність залізничних ліній.

## Удосконалення пристроїв контролю функціонального стану та пильності машиніста

Гончаров К. В., Нагорна Н. А., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Однією із причин порушення безпеки руху поїзда є зниження рівня пильності та працездатності машиніста. Локомотивна бригада працює в умовах, коли короточасні періоди інтенсивної роботи по керуванню локомотивом змінюються довготривалими періодами монотонної неактивної роботи. В умовах збільшення швидкостей руху поїздів зменшується час, за який машиніст повинен зреагувати на зміну поїзної ситуації. На сьогоднішній день рівень пильності машиніста, як правило, перевіряється шляхом вимірювання часу його реакції на сигнал звукового або світлового попередження. Наприклад, в системі автоматичної локомотивної сигналізації АЛСН передбачені однократні та періодичні перевірки пильності машиніста. Однократні перевірки виконуються після зміни показань локомотивного світлофора, а періодичні – при умові, якщо фактична швидкість перевищує цільову, а також при русі поїзда по некодованій ділянці. Під час кожної перевірки машиніст після появи свисту електропневматичного клапана повинен протягом 6-7 секунд натиснути рукоятку пильності. В протилежному випадку здійснюється автоматичне екстрене гальмування. Як показує досвід, такий метод перевірки машиніста не дозволяє об'єктивно визначати рівень його фізіологічного стану. Достатньо часто, навіть у дрімотному стані, машиніст рефлекторно натискає рукоятку пильності. З іншого боку постійні періодичні перевірки пильності відволікають локомотивну бригаду від поточної роботи по керуванню поїздом. У зв'язку із цим актуальною є задача удосконалення пристроїв контролю функціонального стану та пильності машиніста.

В рамках даної роботи був проведений аналіз можливих методів перевірки машиніста та контролю його фізіологічного стану. Крім традиційного вимірювання часу реакції на стимул можна виділити наступні методи: контроль положення тіла, руху голови та очей, аналіз моргань, електроенцефалографія, аналіз серцевої та електродермальної активності. Перші три методи є безконтактними і передбачають використання засобів відеоспостереження. На підставі аналізу положення тіла, руху голови та очей, тривалості, амплітуди та частоти моргань виявляється можливе засинання машиніста. На нашу думку, такий метод є доволі суб'єктивним і не дозволяє контролювати реальний фізіологічний стан працівників локомотивної бригади.

Електроенцефалографія дає змогу отримати характеристику спонтанної електричної активності головного мозку. При настанні ослаблення уваги та пильності, стомлення та сну на електроенцефалограмі (ЕЕГ) відображаються низькочастотні коливання (0,5 – 7,0 Гц). Головними недоліками даного методу контролю фізіологічної активності людини є відносно висока вартість пристроїв, складність аналізу отриманих даних, а також неможливість отримання коректної ЕЕГ при неправильному розташуванні датчиків. Пульсометрія дозволяє шляхом аналізу зміни частоти пульсу визначати фізіологічну та нервово-емоційну напругу людини. Такий метод є достатньо простим, проте сам по собі не може дати повну картину про рівень активності та працездатності людини.

Метод аналізу електродермальної активності (ЕДА) базується на вимірюванні електричного опору шкірного покриву людини. Відомо, що такий опір періодично змінюється. При засинанні людини період між імпульсами ЕДА збільшується. Як показують дослідження, такий метод дозволяє достатньо точно визначити рівень фізіологічної активності.

На нашу думку, враховуючи сучасний рівень розвитку інформаційних технологій, доцільним є комплексне застосування методу ЕДА у поєднанні з іншими, наприклад – з пульсометрією або з методами на базі відеоспостереження. Комплексний аналіз різних діагностичних параметрів дозволить об'єктивно визначити рівень фізіологічного стану та працездатності машиніста.

## **Автоматизований облік робочого часу працівників локомотивних бригад в умовах впровадження АРМ нарядника локомотивних депо (АРМ ТЧБ АСУ Т)**

Гусєва В. В., Хотін М. В., Шепель В. В., філія «ПКТБ ІТ» ПАТ «Українська залізниця», Україна

Дана розробка призначена для створення програмного забезпечення АРМ ТЧБ (автоматизоване робоче місце нарядника локомотивних бригад), який є типовим автоматизованим робочим місцем, побудованим на платформі системи ведення відображених моделей АСК ВП УЗ-Є (СВВМ). АРМ ТЧБ входить до складу комплексу АРМів цеху експлуатації та розробляється в межах проекту АСУ Т. Інформація, що надходить з АРМ ТЧБ, використовується при формуванні електронного маршруту машиніста в АСК ВП УЗ-Є.

Основною задачею АРМ ТЧБ є автоматизація роботи нарядника по формуванню журналу явок – постановка локомотивних бригад в наряд з дотриманням безпеки руху та режиму праці та відпочинку.

Дана розробка автоматизує основні функції нарядника та вирішує різні важливі задачі:

- видача маршруту машиніста;
- оперативний контроль за дислокацією та станом локомотивних бригад;
- автоматизований облік норми виробітку;
- облік порушень режиму роботи локомотивних бригад;
- облік по відволіканням з різних причин;
- автоматизоване ведення журналу нарядів (добові графіки, постановка до участі у комісійному огляді; виклик на снігоборотьбу; робота при депо: прогрів локомотиву, охорона локомотиву, розмін локомотивів);
- підготовка інформації для ЕММ.

АРМ ТЧБ має забезпечити формування та збереження в АСК ВП УЗ-Є наступної інформації:

- графіки роботи бригад пасажирського руху;
- графіки роботи бригад вантажного руху;
- графіки маневрових і господарських робіт;
- графік вихідних днів на місяць;
- періоди хвороби, відпустки та відволікань.

В АРМ ТЧБ має бути реалізовано принцип розподілу функцій та повноважень введення інформації в залежності від посади, яку займає працівник:

- начальник резерву локомотивних бригад (старший нарядник) – повний доступ до інформації;
- нарядник (оператор при наряднику) – доступ до добової роботи в режимі вводу та коригування, інша інформація – в режимі перегляду.

Програмне забезпечення забезпечує формування та передачу в АСК ВП УЗ-Є інформаційних повідомлень щодо операцій з локомотивними бригадами.

Інформація, що надходить з АРМ ТЧБ, зберігається в оперативних моделях АСК ВП УЗ-Є і є основою для формування електронного маршруту машиніста (ЕММ) в частині інформації про локомотивну бригаду (розділи 1 - «Відомості про локомотив та локомотивну бригаду», 2 - «Відомість слідування локомотивної бригади пасажирами», 3 - «Відомості про робочий час локомотиву та локомотивної бригади»).

## **Підвищення точності ідентифікації місцезнаходження рухомого складу залізничного транспорту**

Сгоров О. Й., Заєць О. П., Матвієнко Д. В., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Промисловий транспорт - це сукупність транспортних засобів, споруд і шляхів, колій промислових підприємств, призначених для обслуговування виробничих процесів, переміщення сировини, напівфабрикатів і готової продукції на території підприємства, що обслуговується. Промисловий транспорт обслуговує потреби свого підприємства і відноситься до відомчого, будучи частиною інфраструктури підприємства.

Наведено можливі варіанти структури системи визначення місця розташування рухомої одиниці (СОМП) на основі Глобальної навігаційної супутникової системи, отримані в результаті аналізу проектів з дослідження можливості застосування супутникової навігації на залізничному транспорті, а також представлені вимоги, що пред'являються до СОМП з боку залізничного сектору для різних областей застосування.

Реалізація такого підходу на практиці і його інтеграція в систему централізованого автоблокування може сприяти:

- скороченню витрат як на розгортання системи, так і на її обслуговування, що обумовлено можливістю скорочення або навіть повної заміни традиційних систем обладнання залізничної автоматики і телемеханіки (СЖАТ);
- збільшенню пропускної спроможності залізничних ліній;
- зниженню кількості випадків вандалізму та крадіжки об'єктів інфраструктури;
- скороченню необхідного часу для визначення «вузьких місць» і їх усунення;
- менш затратний і більш швидкій модернізації інфраструктури;
- оптимізації споживання енергетичних ресурсів.

Використання глобальних систем позиціонування на супутниках є економічно вигідним. Вони вже застосовуються для широкого спектру вирішуваних задач на залізничному транспорті. Це дає змогу покращити безпеку керування, збільшити ефективність експлуатації малопотокових одноколійних залізничних колій, де великий об'єм робіт все ще покладається на людину. До цих систем пред'являються відповідні вимоги до необхідної точності, цілісності і безперервності в будь-якій точці зони покриття. Відрізняються вони, перш за все, можливостями диспетчерського ПО, а також якістю і набором додаткових функцій моніторингу транспорту. Деякі з цих систем використовують виключно інформацію, одержану з GPS, частіше це використання сигналів GPS і ГЛОНАСС, що дозволяє підвищити доступність радіонавігаційних сигналів, так як можливість одночасного прийому сигналів від двох систем збільшує кількість видимих (доступних) супутників. Цієї інформації буває достатньо, щоб знайти потяг вздовж колії. Але її замало, щоб надійно виявити зайняту колію в умовах щільного розташування великої кількості колій, як зазвичай буває на станціях великих промислових підприємств. При малих швидкостях, що мають місце при маневрових роботах, ми стикаємось з проблемою великої похибки при виявленні місцеположення рухомого складу. Ці специфічні питання потребують вирішення. За основу системи керування залізничним транспортом промислового підприємства пропонується спосіб визначення зайнятості колії, що базується на швидкості обертання гіроскопа вимірювання та обробка даних.

## Імітаційна модель процесу ідентифікації вагонів у відчепу

Доманська Г. А., Єгоров О. Й., Трошин Є. О., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Вирішення задачі визначення кількості та осності рухомих одиниць у відчепі можливе із застосуванням різних методів, але найбільш раціонально ця задача вирішується в системах, що використовують дві контрольні точки. На теперішній час існує ряд подібних методів для вирішення даної задачі. Але, як показали дослідження (процес ідентифікації проводився на імітаційній моделі), запропоновані методи не зовсім коректно працювали в деяких випадках.

В результаті проведених досліджень та аналізу використаних на залізничному транспорті засобів автоматики та обчислювальної техніки, була розроблена система визначення кількості та осності вагонів, що входять в склад відчепа. Для апробації та перевірки правильності роботи метода визначення кількості та осності вагонів у відчепі, було вибрано імітаційне моделювання.

Розроблені алгоритми обробки сигналів від контрольних точок дозволяють визначити кількість осей, вагонів у відчепі та кількість осей кожного з вагонів. Основною метою розробки імітаційної моделі є перевірка правильності роботи алгоритмів ідентифікації відчепа. А саме, перевірити правильність роботи алгоритмів для рухомих одиниць з критичними для даного методу міжосевими відстанями. При цьому вважаємо, що контрольні точки характеризуються постійними координатами спрацьовування при наїзді на них колеса рухомої одиниці та не є об'єктами моделювання.

Імітаційна модель дозволяє реалізувати такі процеси:

- введення вхідних даних;
- графічне представлення контрольної дільниці і ідентифікації відчепа;
- обробка значимих подій для даного методу в процесі моделювання;
- управління процесом руху відчепа на контрольній дільниці;
- видача на екран (друк) результатів моделювання.

Вихідні дані містять у собі конструктивні особливості контрольної дільниці, кількісні і геометричні характеристики ідентифікації відчепа, а іменна:

- довжина рейкового кола;
- координати розташування фотодатчика;
- відстань між контрольними точками;
- кількість вагонів у відчепі;
- осність кожного з вагонів у відчепі;
- міжосні відстані і відстань між головкою автозчеплення і крайньою віссю для кожного з вагонів у відчепі.

Графічне представлення руху відчепа на контрольній дільниці необхідно для візуального контролю і управління процесом ідентифікації в імітаційній моделі.

Значимі події можна підрозділити на два типи: події які відбуваються усередині моделі і події, викликані діями оператора. До першого відносяться: наїзд колеса вагона на контрольні точки, заняття відчепом контрольної дільниці та інше. До другого типу відносяться події, зв'язані з керуванням руху відчепа, що ініціюються діями оператора, а саме: зупинка, зміна напрямку і поновлення руху відчепа. Моделювання цих подій зв'язано з технологією розпуску відчепів на сортувальній гірці.

Результат моделювання містить такі дані:

- вхідні дані про відчеп і контрольну дільницю;
- стан контрольних елементів (лічильників і тригерів), пристрою ідентифікації в моменти виникнення подій що оброблюються;
- результати ідентифікації: кількість і осність вагонів у відчепі, який пройшов.

## **Переведення лінійних АРМ господарства перевезень на платформу WPF**

Жевжик Є. Г., Репа О. П., Овчаренко С. М., Овчаренко О. О., Філія «Проектно-конструкторське технологічне бюро інформаційних технологій» ПАТ «Укрзалізниця»,  
Україна

До лінійних АРМ господарства перевезень належать АРМ СТ\_Д (комплексне автоматизоване робоче місце працівників господарства управління рухом рівня станції) та АРМ ДНЦ (автоматизоване робоче місце поїзного диспетчера). Ці АРМ функціонують на мережі залізничного транспорту України з 2007 року та забезпечують:

- надання інформації про стан поїзного положення на коліях роздільних пунктів та перегонах у вигляді графіка виконаного руху;
- надання інформації про діючі попередження та обмеження у русі поїздів;
- можливість отримання різноманітної інформації щодо рухомих одиниць;
- автоматизацію формування та передачі повідомлень про події з поїздами та іншими об'єктами перевізного процесу.

Враховуючи прогрес, що відбувається у галузі інформаційних технологій (зокрема, що компанія Microsoft більше не здійснює підтримку WinForms, на основі якої були побудовані АРМ СТ\_Д та АРМ ДНЦ), а також функціонування «старших» АРМ (АРМ ДГП, АРМ АГВР) на сучасній платформі WPF, виникла необхідність у переведенні лінійних АРМ господарства перевезень на платформу WPF.

Ці роботи активно велися у 2017-2018 роках фахівцями ПКТЬ ІТ. У результаті у квітні 2018 року для філії «ГІОЦ» були надані нові версії АРМ СТ\_Д, АРМ ДНЦ для проведення дослідної експлуатації на полігоні Полтава-Південна – Кременчук – Бурти регіональної філії «Південна залізниця», а з вересня 2018 на усьому полігоні ПАТ «Укрзалізниця».

Нові АРМ СТ\_Д та АРМ ДНЦ мають змінений інтерфейс головного вікна (подібний до АРМ ДГП та АРМ АГВР), графіка виконаного руху (за замовчуванням з правого боку від ГВР відображається панель наявності рухомих одиниць на об'єктах ГВР (колії станції, перегони, локомотивні смуги тощо). Також користувач має можливість самостійного налаштування вигляду сітки ГВР (фон та колір ліній).

Але основна особливість АРМ нової лінійки полягає у функціях розрахунку та відображення на ГВР даних моделей проходження контрольних точок, фіксації стану засобів ССН і автоматичних операцій руху завдяки взаємодії із сервером СЗ ДК. Ознака автоматичного формування операцій руху поїздів на СЗ ДК для кожної станції описується у НДІ. Робота операторів АРМ станцій, що працюють за технологією автоматичного формування дислокаційних подій про рух поїздів на підставі даних від ССН, потребує певних дій. По-перше, при першому відправленні поїзда з локомотивом, що оснащений пристроями ССН, необхідно ідентифікувати нитку локомотива з поїздом (ввести повідомлення про готовність до відправлення – зазначити причеплені локомотиви та вид їх слідування) до моменту проходження контрольної точки виходу зі станції, або ввести перше відправлення поїзда з даними про локомотиви. Автоматичне формування операцій руху розпочинається після фіксації руху локомотива. По-друге, скоригувати або підтвердити прогнозні (відповідно до НДІ) дані про колію прибуття/прослідкування поїзда або ввести операцію прибуття/прослідкування поїзда за даними ССН (за даними заготовки, сформованої СЗ ДК). Якщо ж автоматична операція з певних причин не може бути сформована, користувачу необхідно ввести «ручну» операцію. Наявність на ГВР та панелі наявності відповідних позначок, що показують стан рухомих одиниць та стан засобів ССН, дозволяють користувачу впевнено орієнтуватися у необхідності його втручання у процес автоматичного формування операцій руху поїздів.

У результаті переведення лінійних АРМ господарства перевезень на платформу WPF користувачі отримали додатковий функціонал на робочих місцях.

## **Забезпечення автоматизованого аналізу графіку виконаного руху пасажирських та приміських поїздів при форс-мажорних обставинах в інформаційних системах**

Жевжик Є. Г., Репа О. П., Овчаренко С. М., Стегній Т. О., Філія «Проектно-конструкторське технологічне бюро інформаційних технологій» ПАТ «Укрзалізниця»,  
Україна

Аналіз графіку виконаного руху (ГВР) пасажирських та приміських поїздів – безперервний процес, який передбачає формування звітної інформації з накопиченням (за декаду, 20 днів, місяць). З 1 вересня 2017 року система аналізу ГВР пасажирських та приміських поїздів прийнята у постійну експлуатацію. Наповнення статистичної бази даних (БД) виконується на основі нормативного графіка руху (НДІ розкладу) та оперативних даних про просування пасажирських та приміських поїздів, що зафіксовані в оперативній БД АСК ВП УЗ-Є, у розрізі дирекцій залізничних перевезень (ДН) із узагальненням по регіональним філіям (залізницям) та в цілому по ПАТ «Укрзалізниця». У аналізаторів через АРМ АГВР є можливість проводити різноманітні коригування статистичної БД: рознесення причин запізнення, їх коригування за результатами засідань комісій з аналізу ГВР, внесення змін щодо часу, станцій, типу операцій, а також додавати та вилучати поїзди. Останні можливості використовуються рідко і призначені для форс-мажорних обставин незначного порядку. Однак при форс-мажорних обставинах, які викликають довготривалу зупинку інформаційних систем (як у грудні 2016 року після несанкціонованого втручання в інформаційні системи) ці можливості малоефективні, оскільки потребують дуже значних трудовитрат для внесення усіх даних про рух пасажирських та приміських поїздів.

Вирішення питання удосконалення наповнення статистичної БД з аналізу ГВР пасажирських та приміських поїздів при форс-мажорних обставинах в інформаційних системах (після довготривалого простою) було запропоновано вирішити наступним чином. Після відновлення функціонування інформаційних систем на центральному сервері інформаційного забезпечення, що забезпечує взаємодію із статистичною БД (СЗ ДГП-Є), виконується команда розрахунку даних руху пасажирських та приміських поїздів на основі НДІ розкладу руху по усьому полігону ПАТ «Укрзалізниця». Ця команда виконується стільки разів, скільки пропущено змін (по 12 годин).

При доопрацюванні програмного забезпечення було враховано та забезпечено:

- наявність «реальних» поїздів у статистичній БД, тобто таких, про які було внесено інформацію до оперативної БД до початку дії форс-мажорних обставин;
- необхідність розрізняти «реальні» та «штучні» поїзди шляхом розділення допустимих діапазонів ідентифікаторів поїздів;
- врахування переходів між ДН, залізницями, а також повторний вхід на залізничну адміністрацію;
- необхідність наскрізної ідентифікації поїздів у часовому просторі (при переході через зміну);
- зручне відображення та аналіз врахованих даних в АРМ АГВР через аналітичний режим із використанням розкладу руху з усіма можливими ознаками курсування (щодня, по парним, непарним, дням тижня, призначено, відмінено).

Запуск команди реалізовано через спеціалізоване програмне забезпечення моніторингу за діяльністю програмного забезпечення по технології СВВМ (Консоль УВПК). Команда виконується до СЗ ДГП-Є, на якому НДІ розкладу руху пасажирських та приміських поїздів трансформоване у модель нормативного графіку руху поїздів (з урахуванням дат курсування) і на підставі цієї моделі виконується розрахунок даних статистичної БД.

У результаті було підвищено стабільність функціонування системи аналізу ГВР пасажирських та приміських поїздів, а також забезпечено зменшення трудовитрат аналізаторів при форс-мажорних обставинах в інформаційних системах, що викликають довготривалий простій.



## **Визначення маршруту проходження стрілочного перевалу за допомогою пристроїв інерціальної навігації**

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

Наявність глобальних систем позиціонування на супутниках є економічно вигідною. Це дає змогу покращити безпеку керування при експлуатації малопотокових одноколіїних залізничних колій, де великий об'єм робіт все ще покладається на людину. Деякі з цих систем використовують виключно інформацію, одержану з GPS, щоб знайти потяг вздовж колії. Її буває недостатньо, щоб надійно виявити зайняту колію в умовах щільного розташування великої кількості колій, як зазвичай буває на станціях великих промислових підприємств. Визначення зайнятості колії, що базується на швидкості обертання гіроскопа вимірювання та обробка даних є ефективним методом. Для експлуатації залізничного транспорту помилка при виявленні маршрута руху може мати катастрофічні наслідки, з цієї причини сувора оцінка результатів виявлення рухомого складу є необхідною умовою розробки безпечної системи сигналізації. Робота містить нову оптимізовану схему детектора на базі недорогих гіроскопів MEMS та оцінки ефективності виявлення для діапазону можливих швидкостей у реальному тестовому випадку.

Гіроскоп забезпечує сигнал напруги, пропорційний швидкості обертання при повороті. Передбачається, що гіроскоп буде інтегрований у навігаційну систему, встановлену на локомотиві. Використовуючи загальний зовнішній напрямок відліку, в першому наближенні, кут початку залізниці можна вважати кутом дотичної колії в точці транспортного засобу. Однак вимірний коефіцієнт повороту відрізняється від дотичного наближення через великі типові відстані між вагонами, якими не можна невідносно довжини об'єкту. Для геометрії, що вказана на малюнку 1 - симуляція сигналу гіроскопа, отриманого в кабіні локомотива з відстанню 10 м між центрами коліс, призводить до переходу лінійної швидкості руху на початку і в кінці вигнутих сегментів залізничної дороги. Отримана в результаті швидкість повороту в момент, коли поїзд переходить на бокову колію. Отриманий сигнал збільшується, зважаючи на дотичну колії, відстані до голови потягу; і це потрібно враховувати при виявленні об'єкту для оптимізованої системи виявлення, і яка вимагає знання точного сигналу швидкості обертання.

У роботі представлена двоетапна методика виявлення маршрутів рухомого складу у реальному часі для одноколіїного залізничного сполучення за допомогою недорогих гіроскопів MEMS. Мета - достовірно визначити напрямок шляху (головний шлях або бокова колія), яким потяг рухається одразу після проходження стрілки. Сигнал спрямований до гіроскопу спочатку обробляється адаптивним фільтром низьких частот, який відхиляє шум і перетворює тимчасові дані частоти повороту (градус / секунди) в швидкість обертання (градус / метр). Перетворення базується на даних одометра про пройдену відстань. Фільтр реалізований, щоб максимізувати співвідношення сигнал / шум. Хоча можливе пряме порівняння фільтрованого сигналу швидкості обертання з заданим порогом, але краща точність виявлення може бути досягнута шляхом обробки швидкості обертання з фільтром, відповідним параметрам кривизни стрілочного перевалу. Принципи реалізації детектора маршрутів оптимізовано для роботи в режимі реального часу. Детектор був протестований як з імітацією даних, так і з реальними даними, отриманими на промисловому підприємстві.

## **Удосконалення автоматизованого управління накопиченням составів за рахунок контролю швидкості руху вагонів по сортувальним коліям**

Жуковицький І. В., Устенко А. Б., Дзюба В. В., Дніпропетровський національній університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна

Накопичення составів в сортувальних парках станцій є важливим елементом технології вантажних залізничних перевезень. Якість управління цим процесом значною мірою визначає збереження вагонів та вантажів, а також пропускну спроможність станції. Нині основним способом такого управління є «прицільне» гальмування вагонів на паркових позиціях, яке виконується в автоматичному або автоматизованому режимі (за участю оператора). Дослідження підтверджують, що показники якості управління – швидкості зіткнення вагонів та довжина «вікон» на сортувальних коліях – є значно гіршими за нормативи. Однак, механізм автоматизованого контролю результатів прицільного гальмування нині відсутній. За ідеєю авторів розробка та дослідження такого механізму може дозволити суттєво удосконалити автоматизоване управління накопиченням составів. Далі розглядаються напрямки рішення цієї задачі.

Основою досліджень повинна стати методика оцінювання показників прицільного гальмування в залежності від засобів управління. Аналіз існуючих методик підтверджує, що вона повинна базуватись на імітаційному моделюванні. Зокрема, обраний підхід, де виділяються окремі рівні моделювання фізичного процесу скочування вагонів, напольної автоматики та алгоритмів управління. Визначені вимоги до кожного з рівнів моделювання, а також до складу показників якості управління, що оцінюються.

Передумовою оцінювання результатів управління має бути контроль руху вагонів по сортувальним коліям. Пропонується використання для такого контролю датчиків прослідкування коліс з фіксацією кожного колеса вагону, що рухається. За попереднім аналізом таке рішення може дозволити здійснювати квазібезперервний контроль положення, швидкості та уповільнення вагонів, причому вплив похибок датчиків може компенсуватись збитковістю інформації і кількість датчиків може бути значно меншою, ніж в сучасних системах. При цьому актуальною задачею є вибір методів розробка і дослідження алгоритмів такого контролю на базі моделювання.

Контроль параметрів руху вагонів на сортувальних коліях створює можливість автоматичного оцінювання статистичних показників швидкостей зіткнення та «вікон». Це, зокрема, дозволяє виявляти фактори, які систематично знижують якість прицільного гальмування на різних сортувальних коліях, а також може стати основою для запровадження алгоритмів адаптації. Розробка та оцінювання ефективності відповідних алгоритмів є наступною актуальною задачею дослідження.

Як доведено значною кількістю досліджень, одним з найбільш важливих факторів якості прицільного гальмування є точність визначення ходового опору вагонів. Наявність контролю руху вагонів на сортувальних коліях дозволяє удосконалити прогнозування ходового опору, спираючись на оцінювання фактичного уповільнення вагонів. Зокрема, це створює можливість використання сучасних методів машинного навчання, в тому числі із застосуванням штучних нейронних мереж. Імітаційне моделювання при цьому дозволяє дослідити ефективність такого навчання та оптимізувати його параметри.

Таким чином, в роботі запропоновано використання механізму контролю параметрів руху вагонів по сортувальним коліям та визначені напрямки відповідного удосконалення автоматизованого управління накопиченням составів. Обґрунтована актуальність рішення наукових та практичних задач, які повинні забезпечити таке удосконалення.

## **Інтелектуальні механізми управління парками технічних систем залізничного транспорту засобами аналітичних серверів**

Жуковицький І. В., Скалозуб В. В., Устенко А. Б., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Нині на українських залізницях (УЗ) для управління вантажними перевезеннями, в тому числі управління окремими парками технічних систем, використовується інформаційна система нового покоління – «Автоматизована система керування вантажними перевезеннями УЗ єдина» (АСК ВП УЗ-Є), яка відповідає вимогам до сучасних масштабних корпоративних систем. Завдяки відкритій архітектурі системи на її платформі можуть вирішуватись задачі підтримки рішень персоналу щодо управління процесами вантажних перевезень, в тому числі з використанням методів моделювання. Для означення підсистем підтримки функцій управління вантажними перевезеннями в АСК ВП УЗ-Є запропоновано використовувати термін «Аналітичні сервери» – АС

Призначення АС полягає в тому, щоб, спираючись на інформаційний фундамент АСК ВП УЗ-Є, забезпечувати безпосередню інформаційну підтримку управлінських рішень.

Переважає більшість відповідної інформації сьогодні накопичується в базі даних АСК ВП УЗ-Є. Однак на цей час АСК ВП УЗ-Є не має розвинених засобів надання такої інформації користувачам. Отже, методика, яка пропонується, має за мету вирішення цієї проблеми на сучасному рівні.

Орієнтація на ефективність підтримки конкретних управлінських функцій визначає необхідність створення комплексу або сімейства АС, які мають спеціалізуватись на різних типах задач управління вантажними перевезеннями. Разом з тим, згідно із сучасними підходами до створення інформаційних систем, є доцільним використання спільної платформи, в рамках якої вирішуються питання стандартизації загальносистемного забезпечення АС, яке реалізує наступні базові функції аналітичних серверів.

**Одержання та аналітична обробка даних.** Для реалізації цієї функції пропонується зосередитись в рамках створення АС на розробці спеціалізованого механізму аналітичної обробки даних, який повинен використовувати найважливіші принципи технології OLAP (Online Analyzing Processing) і разом з тим максимально враховувати існуючі особливості обліку показників використання парків, а також динаміку розвитку цього обліку в межах АСК ВП УЗ-Є.

**Прогнозування динаміки процесу перевезень та його показників.** Пропонується методика вибору та застосування методів прогнозування відповідно їх ефективності на ряду даних зі сховища АСК ВП УЗ-Є. Показується можливість та ефективність прогнозування на основі штучних нейронних мереж.

**Підтримка оптимізації управлінських рішень.** Пропонується послідовність наступних етапів рішення задач оптимізації управлінських рішень:

- визначення умов оптимізації та альтернативних варіантів управлінського рішення;
- оцінка та ранжирування варіантів рішення з використанням математичних моделей;
- прогнозування наслідків управління з використанням імітаційних моделей і остаточний вибір управлінського рішення.

Наводиться розгорнута характеристика кожного з цих етапів.

**Оцінка очікуваних наслідків управління.** Пропонуються підходи до вирішення задач оцінки наслідків управління в АС на базі імітаційного моделювання. Розглядається методика створення та використання платформи імітаційного моделювання в складі аналітичних серверів.

## **Облік вагонних парків вантажних вагонів та їх середнього часу знаходження на об'єктах інфраструктури ПАТ «Укрзалізниця». Автоматизація складання звітів ДО-2АР та ДО-6А**

Коваленко Л. О., Подоляк С. В., Виноградов В. В., Павлючкова Г. Л., філія «ПКТБ ІТ»  
ПАТ «Українська залізниця», Україна

Одним з найважливіших елементів обліку на залізничному транспорті є вантажний вагон. До обліку наявного вантажного парку вагонів включаються вагони, що на кінець звітної доби фактично знаходились в межах «Укрзалізниця». Основними показниками обліку вантажного парку є:

- наявність вантажних вагонів на об'єктах інфраструктури ПАТ «Укрзалізниця»;
- технічний стан вагонів;
- середній час знаходження на об'єкті обліку.

Основними звітними формами для обліку показників вантажного парку вагонів є:

- «Звіт про середній час знаходження вантажних вагонів на залізничній станції, на дирекції залізничних перевезень, регіональній філії, ПАТ «Укрзалізниця» в цілому ф.ДО-6А»;
- «Звіт про вагонний парк» ф. ДО-2АР.

Облік ведеться по вагонах робочого парку (вагони, що задіяні в вантажних перевезеннях) та неробочого парку (вагони, які безпосередньо не задіяні в перевезеннях).

Звіти ф.ДО-6А та ф.ДО-2АР формуються на основі даних інтегрованої бази, яка включає в себе вагонну та поїзну моделі Укрзалізниця. Основою для наповнення бази є повідомлення, що надходять від АРМ ТВК, АРМ прийомоздавальника, АРМ ДСП, АРМ ПКО, АРМ ПТО та являються відображенням операцій, що виконуються з вагоном.

В зв'язку зі зміною принципів обліку вантажних парків, формування звітів ф.ДО-2АР та ф.ДО-6А виконується у відповідності до актуалізованих «Методичних рекомендацій щодо формування «Звіту про вагонний парк» ф.ДО-2А на території України» та «Методологічних принципів автоматизованого формування «Звіту про середній час знаходження вантажних вагонів на залізничній станції, дирекції залізничних перевезень, регіональній філії, ПАТ «Укрзалізниця» (ф. ДО-6А)». Вихідні документи формуються на підставі даних статистичної бази та нормативно-довідкової інформації. Формування звітів ф.ДО-6А та ф.ДО-2АР виконується по запиту користувача у форматі WCF Service.

Отримані дані при формуванні вказаних звітів в системі АСК ВП УЗ-Є можуть бути використані керівництвом та оперативним персоналом для:

- аналізу експлуатаційної роботи;
- забезпечення плану перевезення вантажів;
- якісного розподілення вагонних парків по роду рухомого складу;
- максимального використання пропускної спроможності дільниць;
- скорочення експлуатаційних витрат;
- коригування графіку руху та плану формування поїздів;
- контролю за діяльністю станцій;
- прогнозування та регулювання вагонних парків та вагонопотоків;
- аналізу виконання показників поїзної та вантажної роботи;
- підвищення якості використання вагонів та локомотивів.

Звіти дозволяють отримати інформацію по вантажних вагонах 8-ми значної нумерації (крім вагонів з нумерацією на «1») усіх форм власності з розподіленням за:

- типом парку;
- родом рухомого складу;
- приналежності до адміністрації-власниці;
- категорією вагонів;
- технічним станом вагону.

Звіти формуються щодобово на звітну годину:

- для станцій – номерні та підсумкові дані;
- для дирекцій, регіональної філії, ПАТ «Укрзалізниця» в цілому – тільки підсумкові з можливістю розкриття до регіональної філії, дирекції, станції та номеру вагона.

Автоматизоване формування звітів ф.ДО-6А та ф.ДО-2АР в АСК ВП УЗ-С та відмова від «ручного» складання звітів підвищить достовірність, зручність та оперативність обліку роботи вагонних парків а також скорочення трудовитрат.

### **Електромагнітна сумісність пристроїв залізничної автоматики з системою тягового електропостачання**

Кузнецова А. В., Дніпровський національний університет ім. Олесь Гончара, Україна  
Сердюк Т. М., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна, Україна

Вимоги до електромагнітної сумісності пристроїв залізничної автоматики з системою тягового електропостачання значно зросли у зв'язку з широким використанням на залізничному транспорті нових систем та комплексів виконаних на базі мікропроцесорної техніки (нових систем електричної та диспетчерської централізації, ), а також впровадження на залізницях України нових типів локомотивів з використанням нових схем управління з імпульсною стабілізацією, пристроїв регулювання тяги і гальмування, інформаційних шин, що охоплюють усі системи рухомого складу. В результаті спектральний склад зворотного тягового струму розширився. До того ж, на залізничному транспорті існують додаткові складності при забезпеченні електромагнітної сумісності системи тягового електропостачання з пристроями сигналізації, централізації та блокування (СЦБ) викликані рухом поїздів поблизу пристроїв зв'язку і сигналізації, а також трасуванням ліній зв'язку і ВЛ СЦБ паралельно контактній мережі. Таким чином, вирішення задачі електромагнітної сумісності пристроїв СЦБ з системою тягового електропостачання є актуальним.

Для розв'язання поставленої задачі необхідно визначити можливі джерела електромагнітного впливу, що заважають, види цих впливів (заважаючих факторів) і шляхи передачі до пристроїв СЦБ. Якщо така інформація є, можна прийняти відповідні захисні міри (наприклад, встановлення фільтрів або екранування). Вони можуть бути реалізовані як на джерелі живлення (на виході системи тягового електропостачання), так і на сприймаючому об'єкті (на вході пристроїв СЦБ).

При дослідженні питання електромагнітної сумісності системи тягового електропостачання з пристроями автоматики було вирішено сконцентрувати увагу на рейкових колах, оскільки вони мають спільні канали. Були визначені частотні характеристики релейних кінців перегінних і станційних рейкових кіл, які використовуються на дільницях з електротягою постійного і змінного струму, та проаналізовані види впливу системи електропостачання та способи забезпечення електромагнітної сумісності.

Завдяки виконаним експериментальним дослідженням було виявлено, що найбільш небезпечнішими з точки зору нормального функціонування перегінних кодових рейкових кіл 50 Гц, які застосовуються при електричній тязі постійного струму, є завади частотою 50 й 100 Гц, бо вони можуть привести до помилкового спрацьовування колійного реле.

На базі розробленої математичної моделі системи тягового електропостачання постійного струму було виконано теоретичне дослідження розподілу гармонік зворотного тягового струму по довжині фідерної зони. Виконано моделювання розповсюдження гармонік амплітудою 1 А 50 та 100 Гц по довжині однорідної та неоднорідної дільниць з одnobічним та двобічним живленням і різним числом поїздів, які одночасно знаходяться на фідерній зоні. Визначено, що в найгірших умовах знаходяться рейкові кола, розташовані в районі тягових підстанцій чи біля локомотиву. Відносна похибка при порівнянні розрахованих та експериментальних даних не перевищувала  $\pm 6\%$  для однорідних та  $\pm 7,5\%$  для неоднорідних дільниць. На форми кривих струму та напруги, які будуються в залежності від координати, впливають величини опорів баласту і ізоляції опор контактної мережі. Перевагою запропонованої математичної моделі є те, що розрахунки є достатньо легкими і зручними та дозволяють оцінити величину завад різних частот в будь-якій точці фідерної зони.

## Діагностування малопотужних двигунів постійного струму

Кузнецова А. В., Дніпровський національний університет ім. Олесь Гончара, Україна  
Сердюк Т. М., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
ім. академіка В. Лазаряна, Україна

Висока інтенсивність використання технічних засобів залізничного транспорту обумовлює необхідність впровадження досягнень науково-технічного прогресу, передових методів праці, радикальної реформи керування перевізним процесом. Рішення цих завдань багато в чому забезпечується на основі впровадження сучасних засобів автоматизації й контролю технічного стану пристроїв залізничної автоматики. Стрілочні переводи залізниць України обладнані електроприводами серії СПГБ-4, які випускаються вже більше 50 років.

Аналіз відмов пристроїв сигналізації, централізації й блокування (СЦБ) показує, що близько 85% відмов є експлуатаційними, інші – заводськими або конструктивними. Відмови в стрілочних приводах становлять більше 28% від загального числа. Тому найважливішим завданням ефективної експлуатації стрілочних електроприводів є забезпечення надійної роботи, у першу чергу, стрілочного електродвигуна й автоперемикача.

На сортувальних гірках й у маневрових районах станції магістрального й промислового залізничного транспорту застосовують швидкодіючі електроприводи типу СПГБ-4 і СПГБ-4М з електродвигунами типу МСП-0,25 на напругу 100 В на гірках і МСП-0,25 160 В у маневрових районах станцій. Вони є швидкодіючими, невзрізними, безконтактним. Основні характеристики СПГБ-4: максимальне тягове зусилля 2000 Н, час переводу стрілки 0,5-0,6 с ( на гірках), 1- 1,2 с ( у маневрових районах), хід шибера 154 мм, призначений ресурс 10000000 спрацьовувань, електроживлення двигуна здійснюється постійним струмом при напрузі 200-220 В. Висока швидкодія електроприводів типів СПГБ-4 і СПГБ-4М на гірках досягається поєднанням максимального управляючого впливу по напрузі з передаточним числом редуктора, близьким до оптимального.

Назараз існує проблема вивчення роботи стрілочного електроприводу як електромеханічної системи з точки зору оптимізації його роботи сучасними технічними засобами для поліпшення експлуатаційних характеристик. Тому метою науково-дослідної роботи є розробка лабораторного стенду для дослідження роботи стрілочного електропривода з безконтактним автоперемикачем з можливістю зняття осцилограм, що характеризують роботу двигуна стрілочного електропривода. За допомогою цього стенда студенти та обслуговуючий персонал дистанції сигналізації та зв'язку зможуть вивчати призначення основних вузлів гіркового приводу типу СПГБ, дослідити його роботу, вивчити принцип дії безконтактних датчиків автоперемикача, зняти основні електромеханічні характеристики датчиків і самого приводу та визначити за знятими осцилограмами несправності в роботі двигунів.

В умовах експлуатації було встановлено, що значення пульсуючого струму (показника справності стрілки) збільшується відповідно ступеню несправності в робочому колі стрілки. Контроль здійснюється в ручному й автоматичному режимах роботи. У ручному режимі контролюється показник справності стрілки вимірювальним приладом. Стан робочого кола визначається дистанційно, приблизно за 5 с. Автоматичний режим забезпечує подачу сигналу й вказує номер стрілки, що переводилася, у робочому колі якої розвивається гострий дефект.

Використання розробленого аналого-цифрового пристрою для діагностування стрілочних двигунів і введення сигналу в комп'ютер дозволяє не тільки встановлювати факт наявності несправності, а й визначити її вид за частотою та амплітудою струму переводу стрілки: обрив обмоток, коротке замкнення в секціях якоря, погане притиснення щітко-колекторного механізму іскріння і т.ін.

## Математична модель малопотужного електродвигуна постійного струму з послідовним збудженням

Кузнецова А. В., Дніпровський національний університет ім. Олесь Гончара, Україна  
Сердюк Т. М., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна, Україна

За статистичним аналізом, наданим Одеською та Придніпровською залізницею у малопотужних двигунів постійного струму з послідовними збудженням, що використовуються в стрілочних приводах, відомо, що 37 % ушкоджень виникає через зниження ізоляції обмотки статора і якоря, 47 % – через неполадки щітково-колекторного механізму, 5 % – через обрив обмотки статора, 1 % – через міжламельні замикання у колекторі. Тобто надійність електродвигунів постійного струму в основному визначається технічним станом щітково-колекторного вузла. Знос колектора і щіток є наслідком іскріння у вузлі, що виникає в результаті незадовільної комутації. Явище комутації в електричному двигуні постійного струму полягає в зміні напрямку струму в секціях електричної обмотки якоря при замиканні їх щіткою.

Отже, застосування системи моніторингу й експлуатаційної діагностики дозволить своєчасно визначити несправності на ранній стадії їх виникнення, мінімізувати витрати на ліквідацію пошкоджень, а також у подальшому здійснити перехід від планово-попереджувального ремонту до ремонту за «станом об'єкта». Розробка математичної моделі двигуна постійного струму є необхідною для наукового обґрунтування методу автоматизованого виміру параметрів стрілочного двигуна й визначення основних діагностичних параметрів, які визначають експлуатаційні характеристики і надійність.

Параметри двигуна постійного струму з послідовним збудженням, зокрема, активні опори та індуктивності обмоток, залежать від теплового режиму навантаження і технічного стану та можуть відхилитися від номінального значення на 30 ... 40% і більше. Це сприяє погіршенню якості управління в статичних і динамічних режимах роботи двигуна.

У зв'язку з цим необхідно визначати точні значення параметрів двигуна МСП безпосередньо перед початком роботи і в процесі експлуатації двигуна, що стає можливим, при проведенні ідентифікації параметрів на основі аналізу процесів електромеханічного перетворення енергії для цього доцільно застосувати універсальну математичну модель на основі узагальненої електричної машини, що має для нерухомого якоря вигляд:

$$\begin{cases} u_{оя} = R_{оя}i_{я} + L_{оя} \frac{di_{я}}{dt} \\ u_{ов} = R_{ов}i_{я} + W_{ов} \frac{d\Phi}{dt} \end{cases},$$

де  $u_{оя}$ ,  $u_{ов}$  – миттєві значення напруг обмоток якоря і збудження, В;  $R_{оя}$ ,  $R_{ов}$ , активні опори кіл якоря і збудження, Ом;  $i_{я}$  – струм в колі машини, А;  $W_{ов}$  – число витків обмотки кола збудження;  $L_{ов}$ ,  $L_{оя}$  – індуктивності обмоток кола якоря і збудження, Гн,  $\Phi$  – магнітний потік, Вб.

Визначення активних опорів та індуктивностей обмоток збудження і якоря двигуна проведемо на основі методу QR розкладання, реалізованого стосовно до об'єкта дослідження з використанням рівнянь, виміряних і сформованих у масив миттєвих значень струму і значень першої похідної струму двигуна, а також виміряних і сформованих в вектори миттєвих значень напруги обмотки збудження і миттєвих значень напруги обмотки якоря. Для аналізу роботи запропонованого методу в програмному середовищі MATLAB розроблена віртуальна модель електродвигуна типу МСП в режимі з нерухомим якорем.

## **Контроль параметрів кодового струму й рівня електромагнітних завад з вагону-лабораторії**

Сердюк Т. М., Ярош Т. Ю., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Існуюча технологія технічного обслуговування рейкових кіл (РК) полягає у періодичному контролі їх параметрів, що пов'язана з виходом обслуговуючого персоналу на блок-ділянки, не відповідає сучасним вимогам щодо забезпечення безпеки руху поїздів і викликає значні експлуатаційні та часовими витратами, містить велику кількість ручних операцій, не забезпечує необхідну точність, на яку до того ж впливають суб'єктивні фактори. Контроль кодового струму автоматичної локомотивної сигналізації (АЛС) в рейковій лінії з вагону-лабораторії дозволяє вимірювати лише обмежену кількість параметрів, а саме: тривалість першої паузи в кодовій послідовності та значення струму на початку та в кінці РК, що відбувається шляхом запису сигналу за допомогою самописця. При цьому розшифровка результатів вимірювання виконується візуально і потребує багато часу. Вимірювання рівнів електромагнітних завад в рейкових лініях взагалі не виконується та не регламентується, в той час як значна кількість збоїв в роботі РК та автоматичної локомотивної сигналізації обумовлена саме ними. Таким чином, удосконалення технічного обслуговування рейкових кіл шляхом автоматизації контролю їх параметрів є актуальною науково-прикладною задачею.

Надійність і стійкість роботи АЛС визначається внутрішніми й зовнішніми факторами. Темпи зменшення кількості відмов і збоїв АЛС на мережі залізниць в останні роки відносно невисокі. Пояснюється це не тільки, і не стільки недостатньою надійністю пристроїв АЛС, але, насамперед ростом інтенсивності руху поїздів й їхньої ваги. При цьому, по-перше, збільшується кількість поїздів, на пристрої АЛС яких діють завади. По-друге, на електрифікованих ділянках залізниць збільшення інтенсивності руху поїздів або збільшення ваги вантажних поїздів викликають ріст тягових струмів у контактній мережі й у зворотній рейковій тяговій мережі.

Запропоновано виконувати вимір завад тягового струму з вагону-лабораторії шляхом аналізу гармонійного складу сигналу, записаного з приймальних котушок, розтошованих перед першою колісною парою. Для наукового обґрунтування методу виміру параметрів електромагнітних завад тягового струму й контролю параметрів рейкових кіл було удосконалено існуючу математичну модель системи тягового електропостачання й отримано рівняння, що дозволяють аналізувати розподіл гармонік тягового струму по довжині фідерної зони, що відрізняється від існуючих урахуванням опорів ізоляції контактної мережі від рейок й заземленням, визначати величину електрорушійної сили ЕРС, наведеної в приймальних котушках, виявляти відхилення в параметрах рейкових кіл за результатами порівняння теоретичних кривих розподілу кодового струму в каналі АЛС по довжині рейкового кола з експериментально визначеними.

На підставі експериментальних даних було зафіксовано спектр таких частот у рейкових колах при електротязі постійного струму 50, 75, 100, 150 Гц. Найнебезпечнішою серед згаданих є завада частотою 50 Гц, оскільки вона збігається за частотою з кодовою несучою. Завада 50 Гц у паузі коду "3" досягала значної величини (до 50 % від корисного сигналу).

Причинами виникнення завади частотою 50 Гц через "параметричну несиметрію силових кіл перетворювача" і несиметрію живлячого напруги, в результаті роботи регуляторів пуску тягових двигунів, через знижене значення опору ізоляції рейкової в рейкових колах також протікають струми витоку із сусідніх рейкових кіл при багатоколієних ділянках або на станціях.



## **Методика аналізу ефективності автоматизованого управління накопиченням составів з використанням контролю руху вагонів по сортувальних коліях**

Устенко А. Б., Дзюба В. В., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна

Основним способом управління накопиченням составів на гіркових сортувальних станціях є так зване «прицільне» гальмування вагонів на паркових гальмівних позиціях в автоматичному або автоматизованому режимі (за участю операторів). Ефективність такого управління зазвичай оцінюють параметрами швидкостей зіткнення вагонів, а також «вікон» між вагонами на сортувальних коліях. Експериментальні дослідження доводять, що ці параметри в цілому є суттєво гіршими за встановлені нормативи. Важливим напрямком удосконалення прицільного гальмування може стати автоматичний контроль параметрів руху вагонів сортувальними коліями, а відтілю – оцінювання фактичних показників ефективності управління. Зокрема такий контроль може забезпечуватись за допомогою датчиків прослідування коліс, які широко використовуються на залізницях. В цій роботі розглядаються засади методики аналізу ефективності рішень, які впроваджують саме такий підхід.

Огляд відомих методик дослідження прицільного гальмування дозволяє обґрунтувати доцільність створення статистичної імітаційної моделі накопичення составів, в якій має виділятися три рівні моделювання: фізичного процесу скочування вагонів сортувальними коліями; роботи датчиків та сповільнювачів вагонів; алгоритмів оцінювання параметрів об'єкта та розрахунку управлінських впливів. Такий підхід дозволяє упорядкувати порівняння варіантів алгоритмів управління та технічного оснащення системи, оцінити потенційний ефект від впровадження рішення, що пропонується, порівняно із традиційним підходом до прицільного гальмування вагонів.

На рівні моделювання скочування вагонів сортувальними коліями удосконалення моделі включають врахування: відхилень профілю колій від проектного; впливу поривів вітру; впливу поглинаючих апаратів при зіткненнях вагонів різних мас. При цьому передбачені режим моделювання окремих ситуацій управління із фіксованими параметрами (відомі параметри відчепів та розташування точки «прицілювання»), а також режим моделювання накопичення составів на колії. Перший використовується для рішення задач оптимізації управління, а другий – для узагальненого оцінювання ефективності параметрів системи управління, які розглядаються.

На рівні моделювання роботи датчиків імітується фіксація прослідування кожного колеса з урахуванням випадкових похибок відповідних датчиків. Також враховуються особливості пристроїв для визначення вагової категорії вагонів, напрямку та швидкості вітру. Робота уповільнювачів моделюється узагальнено, імітацією випадкової помилки реалізації заданої швидкості виходу вагону на колію із гаусовим розподілом ймовірностей.

На рівні моделювання алгоритмів виділяються традиційні складові управління прицільним гальмування (визначення ходового опору та відстані до точки прицілювання, розрахунок швидкості виходу вагонів на колії), а також нові складові, що пов'язані саме із особливостями запропонованого підходу (оцінювання поточного положення, швидкості та уповільнення вагонів на підставі сигналів від датчиків; прогнозування швидкостей зіткнень вагонів та довжини «вікон»; адаптація в розрахунках потрібної швидкості виходу на колію з урахуванням контролю фактичних параметрів руху попередніх вагонів).

Описана модель реалізована у вигляді веб-додатку на мові програмування PHP із збереженням результатів моделювання в базі даних MySQL. Це забезпечує додаткові зручності при виконанні досліджень, зокрема, при плануванні модельних експериментів та аналізі їх підсумків.

## **Рішення з розпізнавання номерів залізничних вагонів на базі штучних нейронних мереж**

Устенко А. Б., Решетняк Р. С., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна

Нині існує досить багато технічних рішень із автоматичного розпізнавання номерів залізничних вагонів. В той же час жодне з них не знайшло поширення на магістральному залізничному транспорті та в залізничних господарствах промислових підприємств України. Не в останню чергу це пов'язано із високою вартістю відповідних апаратно-програмних комплексів. В підсумку нині на сотнях залізничних станцій розпізнавання номерів вагонів виконується операторами постів списування. Отже створення конкурентного технічного рішення виглядає досить перспективним. При цьому доречно враховувати сучасний рівень розвитку засобів розпізнавання, зокрема можливість використання апарат штучних нейронних мереж. В цієї доповіді йдеться про дослідження та практичні результати, які були виконані і одержані в даному напрямку.

На першому етапі розробки для одержання досвіду використання штучних нейронних мереж була вирішена задача розпізнавання номерів авто з використанням бази попередньо оброблених фото, які одержані з Інтернет. На цьому матеріалі виконане навчання розпізнаванню нейронної мережі на ресурсі GoogleTensorflow. Власно розпізнавання номерів виконується програмою власної розробки на локальному комп'ютері. Номери авто розпізнаються досить надійно.

На другому етапі подібна технологія була використана для розпізнавання власно номерів вагонів. Відповідний відеоматеріал був одержаний в співробітництві з Придніпровською залізницею. Для попередньої обробки використовувалась програма власної розробки, яка виділяє область відеокадру з номером, а також забезпечує фільтрацію зображення. Додатковою складністю в розпізнаванні номерів вагонів виявилась наявність сегментованих номерів, які наносяться на борт вагона за допомогою трафарету. Це потребує донавчання нейронної мережі для розпізнавання уже не тільки знаків, але й сукупностей їх сегментів. Зараз ця задача знаходиться в процесі опрацювання.

Також поточною проблемою є досить довгий час розпізнавання: нині він складає близько 20 с. При цьому потрібно враховувати, що при розпізнаванні номерів вагонів в процесі руху поїзда із встановленим обмеженням швидкості до 40 км/год час розпізнавання не повинен перевищувати 1,0-1,5 с. В практиці це обмеження може бути пом'якшене, оскільки розпізнавання може виконуватись у відкладеному режимі після власно прослідування поїзда. Однак, його прискорення лишається актуальною задачею. Її рішення планується забезпечити за рахунок використання технології CUDA, що забезпечує багатопотоковість обробки з використанням графічного процесора.

Таким чином, одержаний досвід розпізнавання номерів вагонів підтверджує практичну придатність для рішення цієї задачі апарату сучасних нейронних мереж. Такий підхід успішно апробований на номерах автомобілів. Для його використання для розпізнавання номерів вагонів додатково використовується власна програма попередньої обробки кадрів. Також планується додаткове навчання нейромережі для розпізнавання сегментованих зображень номерів і використання графічних процесорів з багатопотоковістю для прискорення обробки даних. В перспективі одержане рішення може бути використане для автоматизації розпізнавання номерів вагонів на станціях магістрального залізничного транспорту та промислового залізничного транспорту України.

## **Розробка та розвиток системи видачі та відміни попереджень**

Цейтлін С. Ю., Кондратьєва Г. В., філія «ПКТБ ІТ» ПАТ «Українська залізниця», Україна

Автоматизована система видачі та відміни попереджень (АСВВП) – це комплекс організаційних, технічних і програмних засобів, які забезпечують ведення бази попереджень на залізницях УЗ, видачу бланків ф.ДУ-61 станціям постійної видачі попереджень; видачу звітних форм користувачам.

Метою розробки АСВВП було створення єдиної інформаційної бази даних усіх діючих на залізницях попереджень, автоматизація видачі (друкування) сформованого бланку ф.ДУ-61, звільнення ДСП(ДСПІ) від одноманітної, малопродуктивної праці щодо заповнення бланків вручну, формування та видача різноманітних довідок, які відбивають частоту, тривалість, характер, причини попереджень для використання працівниками служб перевезень, колії, зв'язку, електропостачання.

В процесі експлуатації та розвитку системи наповнення бази було організоване безпосередньо з місць її зародження. - диспетчерами ПЧ, ЕЧ, ШЧ. Для цього був створений зручний інструмент вводу у вигляді АРМ АСВВП.

АРМ призначається для введення в базу даних АСВВП вхідних повідомлень на ввод попередження, його відміну, коригування, переведення в наказове; введення інформації про закриті об'єкти, відміни інформації про закриття об'єктів, запит ключових полів для відміни інформації про закриття об'єктів. Окрім обробки вхідних повідомлень, він забезпечує видачу вихідних документів у вигляді бланку ф. ДУ-61 і різноманітних довідок щодо роботи з попередженнями та стану колійного господарства.

Це, в свою чергу, створило передумови для перегляду чинної організації роботи з журналом ф.ДУ-60 з реалізацією можливості подальшої повної відміни його ручного введення.

Крім того надання інформації про дію попереджень безпосередньо на станційних об'єктах створило чинники для: проведення необхідних заходів щодо зміни існуючого порядку фіксування інформації в журналі ф. ДУ-46 та організації її надходження до пунктів введення в систему АСВВП; проведення технологічних змін в організації роботи на станції для кола осіб, пов'язаних з процесом видачі бланків попереджень та обліку колійних робіт з технічного обслуговування, ремонту і усунення несправностей пристроїв СЦБ та контактної мережі у журналі ф.ДУ-46; перегляду роботи з телеграмами в частині дублювання записів журналу ф.ДУ-46 для можливості введення інформації із дистанцій колії, сигналізації й зв'язку, дистанцій електропостачання.

Впродовж певного часу на залізницях України за ініціативи Главку перевезень була змінена організація роботи АСВВП-Є з використанням системи електронного документообігу в частині подачі телеграм-заявок на попередження без застосування телеграфного зв'язку, що виключило значну частину паперової технології та підвищило персональну відповідальність задіяних сторін. Внаслідок цього виникла потреба у застосуванні на робочих місцях ПЧ, ЕЧ, ШЧ системи індивідуальних паролів при вході в АРМ АСВВП.

Створення архівної бази попереджень, аналітичних та статистичних таблиць, узгодження взаємодії АСВВП з полігонами інших існуючих моделей АСКВП УЗ-Є, дозволило формувати вихідні довідки щодо попереджень в комплексі, взаємодії та співвідношенні з іншими об'єктами (диспетчерська дільниця, поїзд, локомотив, бригада), визначення «вікон» для проведення колійних робіт, реалізація обліку станційних попереджень, тощо).

Зокрема, розроблені програмні засоби ув'язки даних моделей АСВВП (попередження) та ММ (маршрут машиніста) з метою формування інформації для електронного маршруту машиніста в частині попереджень на обмеження швидкості (розділ 9).

Наразі пріоритетним напрямком розвитку АСВВП у забезпеченні функцій безпеки руху є запровадження технології автоматизованої видачі попереджень на локомотивний спеціалізований комп'ютер (обкатка успішно пройшла на полігоні Південної залізниці), оптимізація кількості діючих попереджень на шляху прямування поїзда та реалізація видачі попереджень на окремі поїзди.

## **Централізована автоматизована система контролю підготовки составів пасажирських поїздів в рейс**

Цейтлін С. Ю., Півень В. О., Квірікадзе В. Р., Білий Ю. О., філія «ПКТБ ІТ» ПАТ «Українська залізниця», Україна

З метою своєчасної і якісної підготовки составів пасажирських поїздів в рейс у всіх підрозділах пасажирського вагонного господарства Укрзалізниці експлуатується комплекс задач АСУ ЕРПВ «Контроль технічного стану пасажирських вагонів в експлуатації». Інформаційна технологія комплексу задач розроблена фахівцями ПКТБ ІТ, ЦІ та ПКВЧД-11 Дніпро та оформлена у вигляді «Інструкції з дефектації пасажирських вагонів в експлуатації при автоматизованому контролі технічного стану пасажирських вагонів» ЦІ-0039.

Дані про порушення і несправності пасажирських вагонів в експлуатації фіксуються провідниками вагонів, поїзними електромеханіками на шляху прямування в журналі форми ВУ-8, виписка з якої передається начальнику поїзда.

Перелік основних несправностей і порушень, а також зон їх виявлення представлені в класифікаторах «Основні несправності і порушення в експлуатації пасажирських вагонів» та «Основні зони пасажирських вагонів». Класифікатори розроблені на підставі аналізу статистичних даних про ремонт і технічне обслуговування пасажирських вагонів, що накопичувались протягом кількох років у виробничих підрозділах пасажирського вагонного господарства. В особливу групу виділені несправності, що загрожують безпеці руху, а також значно впливають на комфортабельність перевезення пасажирів: несправності особливого обліку.

Первинним документом є відомість дефектації пасажирських вагонів, що складається начальником поїзда (ЛНП). Відомість, що складена ЛНП, вважається основною. Також можуть бути складені додаткові відомості дефектації оглядачами вагонів. Відомість дефектації заповнюється по прибуттю поїзда і містить по кожному вагону перелік несправностей та зон їх виявлення.

Для усунення виявлених несправностей, які зазначені у відомості дефектації, ремонтній бригаді видається наряд-завдання. Після виконання зазначених у наряд-завданні робіт змінний-майстер(бригадир) може надати оператору пункту технічного обслуговування (ПТО) інформацію про причини, по яким не були усунені деякі несправності. Ця інформація містить найменування, зону та причину не усунення несправності.

Перед відправленням поїзда ЛНП виконує перевірку усунення несправностей пасажирських вагонів, проставляє відмітки про їх усунення та надає ці дані оператору ПТО для введення в базу даних АСУ ЕРПВ.

З метою підвищення якості технічного обслуговування поїздів і забезпечення безпеки руху ПКТБ ІТ розроблені інформаційна технологія і програмне забезпечення централізованого автоматизованого контролю підготовки составів пасажирських поїздів в рейс. Система дозволяє проводити порівняльний аналіз робіт з міжрейсового технічного обслуговування (ТО-1) різними виробничими підрозділами. Наказом №ЦІ-19/1581 від 19.09.2018 централізована автоматизована система контролю підготовки составів пасажирських поїздів в рейс впроваджена у всіх пасажирських вагонних депо, дільницях, філії «Пасажирська компанія», Департаменті з організації внутрішніх та міжнародних пасажирських перевезень Укрзалізниці.

В результаті функціонування системи накопичується статистична база даних, що відображає роботу виробничих підрозділів пасажирського господарства про хід підготовки пасажирських составів в рейс на лінійному рівні і рівні інтеграції даних. Ступінь деталізації інформації по рівнях різна. На лінійному рівні можливо аналізувати роботу кожної ремонтної бригади по конкретному поїзду, дати або за заданий період. На рівні інтеграції даних аналізується робота виробничих підрозділів по поїздам, за дату або заданий період. Систематизований аналіз дозволяє порівнювати роботу всіх причетних до технічного обслуговування вагонів, а отже об'єктивно оцінювати їх роботу.

Подальший розвиток системи планується виконувати в напрямку впливу на усунення об'єктивних причин, що перешкоджають відновленню вагонів при міжрейсовому технічному обслуговуванні, а також в напрямку створення механізму стимулювання оплати праці ремонтних бригад направленою на своєчасну і якісну підготовку пасажирських ва-

гонів в рейс. Особливу увагу заслуговує аналіз забезпечення ремонтних робіт матеріальними ресурсами. Необхідний корінний перегляд діючої системи матеріально-технічного забезпечення в напрямку реалізації ERP- концепції в базових технологічних процесах Укрзалізниці.

### **Розробка програмного забезпечення обробки та запису інформації щодо комплектації вантажного вагону деталями гальмівного обладнання**

Цейтлін С. Ю., Тараскіна Т. Є., Харитонова Т. Л., філія «ПКТБ ІТ» ПАТ «Українська залізниця», Україна

У зв'язку з тим що на залізницях України склалась скрутна ситуація з утриманням рухомого складу у робочому стані пов'язана з розукомплектуванням вантажних вагонів гальмівним обладнанням (магістральних та головних частин повітророзподільників, авто-режимів, авторегуляторів), внаслідок чого значна кількість вагонів вилучена з експлуатації, а ПАТ «Укрзалізниця» несе значні фінансові збитки на відновлення таких вагонів.

Для вирішення зазначеного питання було впроваджене програмне забезпечення, яке реалізує уведення до інформаційних мереж національного рівня інформації про комплектацію вантажних вагонів гальмівним обладнанням. Автоматизований облік забезпечить збір, зберігання та видачу пономерних відомостей, включаючи їх дислокацію, технічний і експлуатаційний стан, що дозволить контролювати гальмівне обладнання в період експлуатації та відстежувати його повторне встановлення на вагони після не санкціонованого демонтажу.

Передача інформації реалізована засобами АРМ ПТО ВЧД на базі системи ведення відображених моделей (СВВМ), який має бути встановлений на підприємствах, підпорядкованих департаменту вагонного господарства ПАТ «Укрзалізниця». АРМ ПТО ВЧД (СВВМ) забезпечує формування та передачу на адресу АСК ВП УЗ-Є повідомлення у XML-форматі в розрізі номенклатури показників форми ВУ-35. Проведення форматного та логічного контролю введених даних унеможливорює помилковий введення недостовірної інформації, а також відстежує послідовність операцій.

Наступним етапом для забезпечення схоронності гальмівного обладнання та контролю якості виконаних ремонтів є розробка та створення картотеки деталей гальмівного обладнання. Основними подіями, які повинна автоматизувати розробка картотеки гальмівного обладнання вантажних вагонів є:

- реєстрація нової деталі;
- технологічні операції, проведені на ремонтних, експлуатаційних підприємствах та підприємствах їх виготовлення;
- пересилання;
- надходження (вихід) в (з) ремонту;
- зміна власника;
- виключення з обігу.

Кожна подія ідентифікує експлуатаційний та технічний стан деталі, включаючи дислокацію, її технічні характеристики та конструктивні особливості.

Створена інформаційна база дозволить домогтися вирішенню поставлених завдань за рахунок:

- оптимізації процесу оперативного планування;
- паспортизації гальмівного обладнання;
- поопераційного контролю технологічного циклу ремонту;
- контролю списання гальмівного обладнання на об'єкти ремонту;
- контролю комплектації рухомого складу;
- формування і ведення звітних форм.

## Електронний податковий облік ПАТ Укрзалізниця

Цейтлін С. Ю., Чепіжко С. П., Острогова Л. М., філія «ПКТБ ІТ» ПАТ «Українська залізниця», Україна

Мета роботи – це створення в рамках Порталу УЗ робочого місця працівника підрозділу УЗ для роботи з електронним податковим обліком. Яке реалізує роботу з податковими документами, їх підписання, передачу до Державної Фіскальної служби (ДФС), збереження а 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) то 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 Державної Фіскальної Служби;
- обробка та візуалізація відповідей від ДФС;
- можливість обміну документами з контрагентом як через поштову скриньку, так і через електронний поштамт ДФС;
- формування запитів до ДФС, одержання, зберігання та візуалізація відповідей.

Для організації процесів взаємодії із системою використовується програмний комплекс Керування обчислювальним процесом (КОП). Задача якого забезпечувати багато поточність, 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 ДФС та клієнтам за допомогою сервісу приймання повідомлень та менеджера обробки повідомлень (МППС Email);
- одержання квитанцій та вихідних документів від ДФС, зв'язування їх з відповідним відправленими документами та запитом, запис до ЦБД (МОС Обробка квитанцій);
- сервер застосувань взаємодії з Електронним поштамтом ДФС 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 БД податкового обліку Укрзалізниці;
- розроблена початкова структура БД податкового обліку та ряду довідників;

АРМ взаємодіє з централізованою БД через стандартні компоненти доступу к даним (ДАС та сервіс запису до БД).

## Фіксація дислокації поїздів засобами ССН

Цейтлін С. Ю., Чередниченко М. С., Жевжик Є. Г., Кійко І. М., Овчаренко С. М., Філія  
«Проектно-конструкторське технологічне бюро інформаційних технологій»  
ПАТ «Укрзалізниця», Україна

Для забезпечення ефективного управління перевізним процесом на залізничному транспорті необхідна своєчасна фіксація подій про переміщення рухомих одиниць. Для фіксації подій (введення операцій) можуть використовуватися різні методи збору інформації: передача ручних макетів, формування повідомлень з використанням спеціалізованих АРМ, автоматизоване знімання інформації. У цих методів різна оперативність та якість (надійність) отримання інформації. Найкращі показники, звісно, у останнього методу, проте не будь-яка реалізація приводить до позитивного результату (зокрема, від ідеї використання обладнання наземної ідентифікації САІРС прийшлося відмовитися). Тому пріоритетним є удосконалення саме методу автоматизованого знімання інформації.

Хороші результати автоматизованого знімання інформації про переміщення рухомих одиниць можна отримати від взаємодії з мікропроцесорними системами диспетчерського контролю та системами супутникової навігації (ССН). Розглянемо останню систему.

Фіксація дислокації поїздів засобами ССН базується на таких положеннях:

- прив'язка (встановлення) обладнання ССН здійснюється до секції локомотива;
- контроль переміщення вагонів між станціями ґрунтується на технологічних ув'язках об'єктів: вагон – поїзд та поїзд – локомотив;
- на об'єктах залізничної мережі виділяються спеціальні точки, які отримали назву контрольних та призначені для фіксації їх проходження тяговою рухомою одиницею;
- результат проходження локомотива через контрольну точку чи їх послідовність трансформується у подію руху поїзда (відправлення, прослідкування, прибуття).

Події прибуття, відправлення або прослідкування поїздів формуються на сервері диспетчерського контролю (СЗ ДК) на підставі інших, більш «дрібних», так званих ССН-подій, які формуються на телематичному сервері (СЗ ТМС) як результат обробки первинних даних (телеметрії) від бортових пристроїв ССН та передаються на СЗ ДК.

На сервері СЗ ДК виконується обробка наданих ССН-подій та їх запис до моделей стану і переміщень рухомих одиниць за даними ССН (КМ ЛСН). Періодично виконується обробка подій поїзної і локомотивної моделей АСК ВП УЗ-Є і запис операцій руху до поїзної моделі та зміни поїзних ідентифікаційних даних одиниць (до КМ ЛСН).

Формування автоматичних операцій виконується на сервері СЗ ДК по станціях, по яким в НДІ задано ознаку автоматичного формування операцій на СЗ ДК. Формування виконується задачею, яка запускається на виконання через заданий інтервал часу (30 сек.).

Спочатку в задачі визначається можливість автоматичного формування операції руху від останньої операції з поїздом, а далі – дії в залежності від ситуації:

- автоматична операція не може бути сформована – у модель записується операція вимоги ручного введення інформації про операцію з поїздом;
- автоматична операція сформована, але деякі параметри потребують уточнення – у модель записується операція формування заготовки повідомлення. За даними заготовки параметри операції (найчастіше – парк та колія станції) можуть бути уточнені в АРМ СТ\_Д у формі введення та відправлені на сервер СЗ ДК, а далі – в БД АСК ВП УЗ-Є;
- автоматична операція сформована повністю – сформоване повідомлення записується до моделі і передається до бази даних з СЗ ДК.

Позитивні результати випробувань фіксації дислокації поїздів засобами ССН на полігоні регіональної філії «Південна залізниця» ПАТ «Укрзалізниця» свідчать про правильно обраний напрямок удосконалення методу автоматизованого знімання інформації про переміщення рухомих одиниць.

## **Оцінка програмного забезпечення систем залізничного транспорту станційного рівня на відповідність вимогам українських стандартів**

Чумаченко А. В., Суліма Є. А., Корляков М. О., Єчин О. В., ВП ХАРТРОН-АРКОС ЛТД, м. Харків

В даний час системи керування залізничного транспорту станційного рівня активно оснащуються складними комплексами технічних засобів (далі – КТЗ) з широким використанням інформаційних технологій, з урахуванням вимог ДСТУ 4178-2003.

Стандарт ДСТУ 4178-2003 не достатньо повно встановлює методи та технологію перевірки програмного забезпечення (далі – ПЗ) систем керування залізничного транспорту станційного рівня.

Для побудови повної технології верифікації програмного забезпечення був проведений аналіз чинних нормативних документів (EN 50128, EN 50129, IEC 62138, IEC 61508 та інші) в ході якого були виявлені спільні вимоги та методи перевірки ПЗ при проведенні верифікації. Це дало змогу розробити і втілити загальний порядок проведення оцінки ПЗ у ВСЦ НВП ХАРТРОН □ АРКОС ЛТД.

В якості об'єкту випробувань виступає: проектна документація, ПЗ, КТЗ та їх складові.

В ході проведення верифікації перевіряється відповідність розробленого ПЗ вимогам до виконуваних функцій, структурі та елементам ПЗ, вимогам до «людино-машинного» інтерфейсу, інформаційного та математичного забезпечення, часовим характеристикам, діагностування та самоконтролю, забезпечення захисту від відмов, спотворень, помилкових та несанкціонованих дій, а також відповідність процесу розробки ПЗ вимогам проектної документації. Усі ці перевірки використовують з застосуванням спеціалізованого програмного забезпечення, яке автоматизує процес верифікації (статичне тестування, тестування людино-машинного інтерфейсу і т.д.).

Крім того, перевіряється, що вимоги, проектні рішення, документація та код оформлені та відповідають чинним нормам та стандартам.

Порядок проведення верифікації включає наступну послідовність етапів верифікації:

- верифікація вироблення вимог до ПЗ;
- верифікація проекту ПЗ;
- верифікація коду ПЗ;
- верифікація інтеграції ПЗ.

Наведений порядок був впроваджений під час проведення верифікації ПЗ автоматизованої системи мікропроцесорної централізації стрілок та сигналів

(АС МПЦ-с, компанії ТОВ «ПРА-СОФТ») та комплексу програмно-технічних засобів для централізованого керування руху потягів на станціях (КПТЗ «СТРІЛА-10», компанія ТОВ НВП «СТАЛЬЕНЕРГО»).

Висновки. Таким чином, на основі проведеного аналізу підходів оцінки ПЗ, зроблений в ВСЦ НВП ХАРТРОН-АРКОС ЛТД можна зробити висновки про досить повне формування технології верифікації ПЗ, в той час як методи проведення оцінки і доказу функційної безпечності ПЗ наведені в ДСТУ 4178-2003 потребують розширення.



## **Розробка автоматизованого обліку знімних деталей вантажного вагону**

Школяр Я. М., Михаліна О. О., Браткевич Л. А., філія «ПКТБ ІТ» ПАТ «Українська залізниця», Україна

Ефективне використання рухомого складу для забезпечення зростаючих потреб залізниць у вантажних вагонах завжди є актуальним. Досягнення цієї мети може бути в тому числі за рахунок зменшення відмов вагонів у міжремонтний період.

Автоматизований облік знімних деталей дасть можливість своєчасного моніторингу технічного стану колісних пар, бокових рам та надресорних балок візків вантажних вагонів та запобіганню їх несанкціонованої заміни, що безпосередньо матиме вплив на ресурс вантажних вагонів та безпеку руху в цілому.

Необхідною умовою для автоматизації даного напрямку є розробка автоматизованого ведення картотек колісних пар, надресорних балок та бокових рам вантажних вагонів, що включає збір, зберігання та видачу пономерних відомостей, включаючи їх дислокацію, технічний і експлуатаційний стан та повинна забезпечити реалізацію наступних функцій:

- введення даних в розрізі технічних паспортів та ремонтних карток колісних пар вантажних вагонів до бази АСК ВП УЗ-Є;
- введення даних в розрізі технічних паспортів та ремонтних карток надресорних балок та бокових рам візків вантажних вагонів до бази АСК ВП УЗ-Є;
- створення картотеки колісних пар, надресорних балок та бокових рам вантажних вагонів національного рівня.

Інформаційне забезпечення даної задачі буде реалізоване засобами АРМ ПТО ВЧД на базі системи ведення відображених моделей (СВВМ), який має бути встановлений на підприємствах, підпорядкованих департаменту вагонного господарства ПАТ «Укрзалізниця, якщо виконують ремонт, технічне обслуговування та виготовлення (формування) колісних пар, бічних рам та надресорних балок вантажних вагонів.

АРМ ПТО ВЧД (СВВМ) виконує формування повідомлення у XML-форматі до АСК ВП УЗ-Є в розрізі паспортів та ремонтних карток знімних деталей.

Основними подіями, які повинна автоматизувати розробка картотеки колісних пар, надресорних балок та бокових рам вантажних вагонів є:

- технологічні операції, проведені на ремонтних, експлуатаційних підприємствах та підприємствах їх виготовлення;
- реєстрація нової деталі;
- пересилання;
- надходження (вихід) в (з) ремонту;
- зміна власника колісної пари;
- виключення з обігу.

Кожна подія ідентифікує експлуатаційний та технічний стан деталі, включаючи дислокацію, її технічні характеристики та конструктивні особливості.

Створена інформаційна база знімних деталей надасть можливість вирішення функціональних задач, направлених на забезпечення обліку об'єму робіт з деталлю, питань безпеки руху, збереження деталей, безперебійної наявності їх на мережі.

Збір та зберігання інформації по знімних деталях вантажних вагонів дозволить забезпечити найбільш повний порівняльний та статистичний аналіз даних в розрізі часу, що в свою чергу допоможе оптимізувати витрати на ремонт рухомого складу та призведе до значного економічного ефекту в галузі.

## **Актуальные научные и технические задачи развития автоматизированных систем и интеллектуальных технологий на железнодорожном транспорте Республики Казахстан**

Абуова А., Еркелдесова Г., Оралбекова А., Казахский университет путей сообщения, Казахстан

Транспортная система Республики Казахстан, в том числе железнодорожный (ж.д.) транспорт, является важным звеном экономики. В последние годы, следуя мировым трендам развития техники и технологий на ж.д. транспорте, в Казахстане активно стали развивать направление по внедрению высокоскоростного подвижного состава.

Современные высокоскоростные железнодорожные транспортные системы (ВСЖТ), представляют сложную иерархическую систему. Интеграция современных спутниковых технологий, цифровых систем связи и передачи данных, применение автоматизированных информационных систем обеспечили высокий уровень качества функционирования железнодорожного транспорта. Однако остаются технические проблемы и научные задачи, требующие дополнительных исследований.

На наш взгляд к таким задачам, в контексте развития и внедрения перспективных автоматизированных систем и цифровых технологий на ж.д. транспорте Республики Казахстан, можно отнести:

разработку новых методов и моделей, направленных на повышение эффективности управления ресурсами в технологических процессах автоматизации системы координации и диспетчеризации движения ВСЖТ. Это, в свою очередь, предполагает решение таких задач как формализация заданий передачи навигационных данных для системы координации движения ВСЖТ с учетом оптимизации использования ресурсов сети GPRS; оценка емкости и возможностей имеющейся сети GPRS на ВСЖТ для обеспечения необходимого качества услуг и скорости передачи данных;

развитие цифровых технологий для более широкого внедрения методов контроля или детектирования состояния узлов и агрегатов подвижного состава без демонтажа оборудования или его вывода из работы. Это предполагает необходимость разработки новых интеллектуальных технологий в задачах неразрушающего контроля и технического диагностирования узлов и агрегатов подвижного состава ж.д. транспорта. Например, рассматривается возможность использования методов машинного обучения системы детектирования состояния ж.д. транспорта и, в частности ВСЖТ, на основе кластеризации реализаций признаков неисправностей, которые могут быть выявлены разными средствами детектирования и диагностирования;

разработка новых и модернизация существующих интеллектуальных компьютерных технологий для автоматизации процесса анализа техногенных чрезвычайных ситуаций (ТЧС) на ж.д. транспорте с автоматической генерацией рекомендаций руководителям по их ликвидации в целях сокращения времени на выработку и принятие обоснованного решения. В настоящее время ведется разработка программных продуктов в области поддержки принятия решений по ликвидации последствий ТЧС на ж.д. транспорте. При этом полагаем, что база знаний подобной интеллектуализированной системы должна будет содержать обобщенные знания по ликвидации ТЧС (в частности опыт экспертов и нормативные правила), а также знания о реальной ТЧС. Эти знания находятся автоматически или генерируются из обобщенных знаний (знания представляются в виде нечетких логических высказываний, продукционных правил).

Выводы. В настоящее время для обозначенных выше задач ведутся активные работы по их решению и синтезу новых научных и практических решений, направленных на достижение глобальной цели – повышение уровня эффективности и надежности функционирования системы железнодорожного транспорта Республики Казахстан.

## **Совершенствование способа контроля скорости и положения поезда на участке приближения к железнодорожному переезду**

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

Обеспечение безопасности движения на железнодорожных переездах является одной из наиболее острых задач общей проблемы безопасности на железнодорожном транспорте. Анализ ДТП на железнодорожных переездах показывает, что значительное их количество вызвано нарушением правил проезда переездов водителями, и одной из причин этого является необоснованно завышенное время ожидания проезда поезда после подачи оповестительного сигнала на переезде, которое может составлять в некоторых случаях 15 и более минут.

На перегонах с автоблокировкой, в зависимости от расчетных длин участков приближения и от расположения переезда относительно светофоров, в участок приближения включают рельсовые цепи одного или двух блок участков. При этом фактическая длина участка приближения, как правило, превышает расчетную длину, и извещение о приближении поезда к переезду будет подаваться преждевременно. Для компенсации этого превышения в электрических схемах переездной сигнализации предусмотрено схемное замедление включения сигнализации после вступления поезда на участок приближения.

Для компенсации времени ожидания на переезде были предложены различные устройства с контролем координаты и скорости поезда. Контроль координаты предложено осуществлять путем размещения различных типов датчиков, дополнительно к рельсовым цепям или путем обработки информации о непрерывно изменяющихся параметрах рельсовой цепи, на участке приближения к переезду. Контроль скорости предложено осуществлять также путем измерения времени прохождения пути между датчиками на измерительном участке.

Недостатками предложенных систем является снижение уровня безопасности системы, вызванное применением дополнительных путевых устройств (точечных датчиков, электронных устройств обработки данных о приближающемся поезде и принятия решения о времени задержки включения автоматической переездной сигнализации), а также усложнение и удорожание системы сигнализации.

Способ контроля координаты и скорости поезда путем измерения входного тока, напряжения или импеданса на питающем конце рельсовой цепи (РЦ) описан в литературе. Недостатком предложенного способа является погрешность измерения импеданса, обусловленная изменением сопротивления изоляции балласта, что снижает точность контроля параметров движения поезда и негативно влияет на безопасность движения транспортных средств на переездах.

Целью настоящей работы является совершенствование способа контроля скорости и положения поезда на участке приближения к железнодорожному переезду.

Для достижения поставленной цели в работе проведен анализ существующих технических решений проблемы и предложена математическая модель контроля параметров движения поезда на участках приближения, оборудованных тональными рельсовыми цепями (ТРЦ).

На основе моделирования системы при вариации первичных параметров рельсовой линии получена оценка погрешности определения координаты и скорости поезда и выбраны условия, позволяющие с наибольшей достоверностью рассчитывать контролируемые параметры. Рассмотрена задача принятия решения о закрытии переезда в условиях неполной информации о первичных параметрах системы.

## **Автоматизация контроля технического состояния устройств сигнализации и связи с оценкой рисков возникновения транспортных происшествий**

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

Железнодорожный транспорт является базовой отраслью национальной экономики Украины и основой ее транспортной системы. Он занимает 80% рынка от всех видов грузовых перевозок и более 50% пассажирских перевозок. Эффективное функционирование железнодорожного транспорта играет важную роль в создании условий для перехода на инновационный путь развития и устойчивого роста национальной экономики.

Но сегодня резервы технических мощностей железнодорожного транспорта, его провозной способности практически исчерпаны. Проблема технического содержания инфраструктуры железнодорожного транспорта с обеспечением безопасности перевозочного процесса в условиях ограниченных ресурсов требует новых подходов к ее решению. Существующее планирование ремонтных работ порождает противоречие между коммерческим интересом, направленным на интенсификацию эксплуатации инфраструктуры и необходимостью поддержания требуемых уровней надежности и безопасности. Введенная с использованием метода экспертных оценок периодичность технического обслуживания и ремонта без серьезного научного обоснования, недостаточно учитывает реальный расход ресурса систем, что приводит к росту эксплуатационных расходов и повышенному отрицательному влиянию "человеческого фактора" на надежность и безопасность устройств сигнализации и связи.

Целью работы является проведения анализа подходов к техническому содержанию устройств сигнализации и связи железнодорожного транспорта на основе разработки автоматизированной системы сбора, анализа и обработки данных об отказах объектов с оценкой возможных рисков возникновения транспортных происшествий.

Такой подход базируется на системе показателей надежности, безопасности, стоимости жизненного цикла устройств сигнализации и связи с учетом объема выполненной эксплуатационной работы. Применение автоматизированной системы позволит повысить объективность планирования ремонтных работ с переходом в дальнейшем на непрерывный мониторинг и техническое обслуживание устройств сигнализации и связи по фактическому состоянию.

Функциональная безопасность объектов железнодорожного транспорта рассмотрены в стандартах IEC 61508, IEC 62278, IEC 62279, IEC 62280, EN 50126 (RAMS), EN 50128, EN 50129, EN 50156 и др.

При решении комплексных вопросов безопасности в развитых странах широко применяется методология процесса управления риском, основу которой составляет определение частоты (вероятности) и последствий нежелательных событий. На основе анализа исследований в области управления рисками, методология управления рисками должна отвечать следующим основным принципам: решение, связанное с риском, должно быть экономически грамотным и не должно оказывать негативного воздействия на результаты финансово-хозяйственной деятельности организации железнодорожного транспорта; в управлении рисками принимаемые решения должны базироваться на необходимом объеме достоверной информации; при управлении рисками принимаемые решения должны учитывать объективные характеристики среды и носить системный характер. На основе проведенного анализа разработана концепция автоматизации контроля технического состояния устройств сигнализации и связи с оценкой рисков возникновения транспортных происшествий.

## **Модернизация стрелочных электроприводов и системы технического обслуживания**

Лысюк В. В., Коваленко А. А., Сердюк Т. Н. Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, Украина

В настоящее время самым безопасным средством передвижения является железнодорожный транспорт. Для обеспечения высокого уровня надежности перевозок необходимо соблюдать правила эксплуатации и технического обслуживания устройств сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ).

Стрелочный электропривод - это один из наиболее уязвимых узлов железнодорожной автоматики, который предназначен для перевода, контроля положения и замыкания остряков стрелочного перевода в крайнем положении. Применяется при электрической, диспетчерской и горочной централизациях (ЭЦ, ДЦ и ГАЦ). Стрелочные переводы оборудованы электроприводами серии СП (СП-6М, СП-3, СПГ-3 и СПГБ-4М), которые выпускаются более 50 лет. В целом системы ЭЦ стрелок с электроприводами серии СП обеспечивают работу станций и перевозочный процесс со скоростями движения поездов до 160 км / ч. Среди напольных станционных устройств СЦБ (рельсовые цепи, стрелочные приводы, светофоры и пр.) отказы в стрелочных электроприводах составляют 28,4% и занимают второе место после рельсовых цепей. Отказы стрелочных электроприводов таких как неправильное положение остряка и замыкание рельсовых цепей, приводят к ухудшению пропускной способности, нарушению движения поездов, сходам. Поэтому модернизация устройств ЭЦ в целом и их элементов и системы их технического обслуживания для повышения надежности является актуальной научно-технической задачей.

В Украине на железной дороге применяются электродвигатели постоянного тока типа МСП и переменного тока типа МСТ. Основным недостатком этих электродвигателей постоянного тока является ненадежный щеточно-коллекторный узел, который вызывает искрение и помехи, а в стрелочных электроприводах – ложный контроль положения остряков. Наиболее вероятной причиной повреждения асинхронных двигателей является пробой изоляции или обрыв обмоток, и в сравнении с МСП являются более надежными. Новой модификацией являются электродвигатели переменного тока типа МСА, асинхронные реверсивные трёхфазные с улучшенными свойствами, которые имеют встроенное соединение обмоток «звездой». МСА полностью взаимозаменяемы с их аналогами (МСТ) и применяются в новых шпальных электроприводах типа УПС.

Достоинства асинхронных двигателей: удобство в эксплуатации, износоустойчивость, высокая надежность, отсутствие в конструкции коллектора, что значительно сокращает расходы на техническое обслуживание и увеличивает время между ремонтами в 3-4 раза. Таким образом, асинхронные двигатели являются более дешевыми и простыми в эксплуатации. Также разработаны двигатели бесколлекторные со встроенной защитой от перегрузки типа ДБУ, и вентильно-индукторный двигатель с микропроцессорной системой управления ЭМСУ-0,1, которые могут работать в сетях постоянного и переменного тока. Это делает их перспективными для применения в стрелочных переводах скоростных железных дорог.

Для совершенствования системы технического обслуживания были проанализированы недостатки и возможности различных способов диагностики стрелочных переводов. Сравнив методы определения повреждений (осциллографирования кривой напряжения питания обмотки статора, вибродиагностики, токовый метод), был сделан вывод, что наиболее перспективным является метод осциллографирования кривой рабочего тока и определения его спектрального состава методом быстрого преобразования Фурье.

Созданы алгоритмы определения неисправностей асинхронных двигателях стрелочных приводов с целью анализа и предупреждения неисправностей в стрелочных электроприводах без отключения его от работы.

## **Теоретические и экспериментальные исследования влияния электромагнитных помех тягового электроснабжения на рельсовые цепи**

Мелешко В. В., ПАТ "Украинская залізниця" Департамент автоматики и телекоммуникаций, Киев, Украина

При разработке и внедрении новых типов подвижного состава (ПС) с высоковольтными полупроводниковыми преобразователями вопросы их электромагнитной совместимости с существующими устройствами железнодорожной автоматики являются одними из основных при доказательстве безопасности эксплуатации ПС.

В настоящей работе представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований электромагнитного влияния СТЭС переменного тока на рельсовые цепи (РЦ). Для проведения исследований разработана математическая модель и компьютерная программа на ее основе, позволяющая проводить моделирование электромагнитных процессов в СТЭС и оценивать влияние тягового электроснабжения на рельсовые цепи для различной поездной ситуации, при различных условиях и режимах работы РЦ.

Для экспериментальных измерений гармонических помех в рельсовых цепях была разработана методика регистрации мгновенных значений тягового тока в рельсовых линиях и на локомотиве с последующим спектральным анализом. Регистрация сигнала, пропорционального току, потребляемому на тягу электровоза и на питание вспомогательных устройств, проводили с помощью трансформатора Роговского, к выходу которого подключали многоканальный измерительный комплекс на основе аналого-цифрового преобразователя и персонального компьютера. Спектральный анализ проводили методом быстрого преобразования Фурье с применением апробированного программного обеспечения. Разработанная методика применялась для проведения испытаний электровозов и электропоездов на электромагнитную совместимость с рельсовыми цепями и автоматической локомотивной сигнализацией непрерывного типа (АЛСН).

Критерием опасного или мешающего влияния помехи служило повышение напряжения (тока) путевого приемника до напряжения (тока) его срабатывания в шунтовом и контрольном режимах или понижение напряжения (тока) приемника ниже напряжения (тока) возврата в нормальном режиме. Для нахождения уровня опасного влияния тягового тока на РЦ использовали следующий порядок анализа при компьютерном моделировании. Вначале определяли минимальное значение напряжения источника питания РЦ в нормальном режиме в отсутствие помехи при самых неблагоприятных для этого режима условиях, а также при вариации длины рельсовой цепи от минимальной до максимально возможной по условиям проектирования. Затем определяли значение тока в путевом приемнике в шунтовом и контрольном режимах при отсутствии помехи при самых неблагоприятных для этого режима условиях. После этого анализировали изменения тока в путевом приемнике при воздействии на рельсовую цепь гармонической помехи при вариации основных параметров помехи. Коэффициент передачи для разностного тягового тока на приемном конце РЦ при наличии дроссель-трансформаторов рассчитывали с учетом того, что разностный тяговый ток помехи протекает только по одной половине первичной (путевой) обмотки дроссель-трансформатора. В процессе анализа определяли минимальное значение тягового тока на приемном конце РЦ, при котором выполнялись критерии этих режимов, т.е. значение тока в путевом приемнике при наложении поездного шунта или повреждении рельсовой нити не превышало значение тока надежного возврата путевого приемника.

На основе разработанной математической модели и ее компьютерной реализации было проведено исследование влияния тягового тока на рельсовые цепи двухпутного участка для различных значений переменного тягового тока в контактном проводе смежного пути, а также для различных значений удельной проводимости изоляции балласта.

## **Исследование точности измерения скорости скатывания вагонов точечными датчиками в условиях сортировочной горки промышленного ж.д. транспорта**

Остапец Д. А., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В.Лазаряна, Украина,  
Говор О. В., Grand Parade s.p.z.o., Польша,  
Безденежных П. Е., Zoo Plus, Германия

Создание систем автоматизации горок на сортировочных и грузовых станциях промышленного железнодорожного транспорта, применение дорогостоящих и требующих тщательного обслуживания РЛС на которых нецелесообразно, предусматривает использование точечных измерителей скорости. Точечные измерители скорости – это специальные путевые датчики, попарно установленные в зоне торможения отцепов.

Специально для использования при создании указанных систем в начале 1970-х гг. на кафедре ЭВМ ДИИТа был 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.

Датчик 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.

Несмотря на большой опыт эксплуатации датчиков ДС–2 в системах АУСВ трех поколений, 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 отцепа 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) отцепа 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.

## **Исследование эффективности прицельного регулирования скорости скатывания вагонов в условиях грузовой ж.д. станции промышленного предприятия**

Остапец Д. А., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В.Лазаряна, Украина,  
Тихонов А. П., Нижегородский индустриальный колледж, Россия

В системах АРС на горках сортировочных и грузовых станций промышленного железнодорожного транспорта, перерабатывающая способность которых невелика, применение дорогостоящих и требующих тщательной настройки РЛС нецелесообразно. При автоматизации таких сортировочных горок как отечественные, так и зарубежные специалисты считают оправданным использование управляющих систем с точечными измерителями скорости.

В качестве таких измерителей обычно используются специальные точечные путевые датчики (путевые педали), попарно установленные перед тормозной позицией или во всей зоне торможения. Примером данного класса измерителей может служить разработанный для использования в системах АРС промышленного ж.д. транспорта в начале 70-х гг. на кафедре ЭВМ ДИИТа специальный датчик скорости ДС-2. Обычно датчик используется в системах управления скоростью скатывания одиночных вагонов.

Наиболее прогрессивным на данный момент является принцип регулирования скорости скатывания, при котором закон изменения желательной скорости представляет собой кривую  $v(S)$  движения вагона в замедлителе, заканчивающуюся в некоторой точке, называемой скоростью прицеливания. Согласно этому принципу, при наезде первой оси вагона на датчик скорости, регулятор сравнивает измеренное значение скорости с набором настроенных граничных скоростей и выбирает соответствующую ступень торможения. Известно, что между наездами на датчики, процесс торможения неуправляем. При этом, расстояние между датчиками достаточно велико (“длинные” участки), поэтому время нахождения в неуправляемом состоянии тоже может быть значительным. Это отрицательно сказывается на качестве регулирования. Также, при достаточно большой скорости вагона, возможна ситуация выхода вагона за границу участка раньше, чем будет переключен замедлитель (время переходных процессов значительно). Кроме того, отказ хотя бы одного датчика приводит к увеличению длины участка торможения. При этом возможно перетормаживание, вплоть до остановки вагона.

На основании этого недавно предложен новый принцип работы регулятора тормозной позиции с дискретным измерителем скорости, основанный на обработке информации о измеренной скорости вагона не только по первой его оси, а и по всем остальным осям, который позволяет представить зону торможения как совокупность относительно “коротких” участков и повысить эффективность процесса торможения.

Для исследования указанных принципов регулирования разработана стохастическая имитационная модель регулятора тормозной позиции с дискретным измерителем скорости для “длинных” и “коротких” участков торможения. Моделирование производилось при одинаковых исходных данных. Основным показателем качества процесса торможения является с.к.о. фактической скорости выхода вагона из ТП.

Результаты показали значительное преимущество (~20–70%) в большинстве случаев предложенного регулятора с “короткими” участками торможения. Кроме того, в ситуациях отказов одного из датчиков скорости точность регулятора с “короткими” участками торможения ухудшается незначительно, сравнительно с регулятором с “длинными” участками. При этом, в ситуациях отказов двух датчиков скорости регулятор с “длинными” участками практически неработоспособен, а регулятор с “короткими” участками сохраняет высокую точность работы.



## **Необходимость унификации схем путевого развития и технического оснащения станций на основе единой базы данных цифровых объектов**

Перепплавченко Е. М., Белорусский государственный университет транспорта, Республика Беларусь

Переход на компьютерно-ориентированные технологии обеспечения перевозочного процесса на железнодорожном транспорте требует формирования целостной системной стратегии, охватывающей не только внедряемые технические и программные средства, но и единые исходные данные, среду поддержки актуального состояния этих данных, обмена данными между подразделениями и многие другие задачи.

При создании цифровых планов станций, основанных на применении геоинформационных технологий, появляется и потребность в создании динамически работающей цепочки «данные съемки–план–схема». Но функционирование такой цепочки возможно лишь при четкой формализации требований по виду и содержанию каждого ее звена. И если для данных съемки и плана такие требования на настоящий момент определены, то единой концепции построения схем станций не разработано.

При схожих технологических задачах, для решения которых используют схемы, наблюдается большое разнообразие способов визуального отображения путевого развития и технического оснащения не только для схем разных станций, но и в пределах одной станции. Действующие в настоящее время нормативные документы, регламентирующие порядок использования схем станций, не содержат явно выраженных, однозначных, непротиворечивых указаний по их внешнему виду и содержанию.

Ключевым элементом при унификации схем станций может стать единый прототипирующий конструктив, реализованный в виде графо-информационного базиса, содержащего основные объекты и точки станции, расположенные в относительно жесткой связке. Такой базис будет служить основой для создания многих других пользовательских схем.

Процесс создания пользовательской схемы должен следовать из необходимости решения конкретно поставленной технической или технологической задачи. Исходя из этих условий, должен формироваться перечень дополнений исходного базиса необходимыми объектами, атрибутами и определенной графической информацией, составляющих окончательный интерфейс схемы.

Объекты можно классифицировать на общие, такие как пути, предельные столбики, стрелочные переводы, основные атрибуты объектов путевого развития и специфические – коммуникации, разграничение территории по подразделениям, технологические проходы, технологические линии, зоны ответственности и др.

Комбинируя различные информационные слои, можно получить любое необходимое количество схем, предназначенных для разных целей использования с определенной для каждой конкретной цели детализацией.

Таким образом, с одной стороны, благодаря использованию информационно-графического базиса схема станет унифицированной для всех пользователей с единым базовым слоем и структурой, с другой стороны, по своей содержательной части она информационно наполнена настолько, насколько это необходимо для решения конкретной задачи. Единое представление одной и той же схемы разных станций позволит не только унифицировать графические образы станционных объектов, но и актуализировать их с минимальными затратами.

Перспективы развития данного направления напрямую связаны с созданием цифровой базы объектов железной дороги и интеграцией геоинформационных технологий в практику повседневной оперативной работы станций.

## **Беспроводная система заряда аккумуляторных батарей на транспорте**

Сердюк Т. Н., Сердюк К. Н., Зубко А. В., Радзиховский К. С., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина

К транспорту, который выполняет пассажирские перевозки, можно отнести железнодорожный, автомобильный, авиационный, водный и городской. В Украине на долю железнодорожного транспорта приходится лишь 8% объема всех пассажирских перевозок, автомобильного – 42%, а городского – 49%, авиационного и водного – менее 1%. Наиболее нагруженным является троллейбусный транспорт – 21% от объема всех пассажирских перевозок, трамвайный – 13%, метрополитен – 12% по статистическим данным на 2016 г. В Дnepе нашли применение новые троллейбусы с литий-ионными аккумуляторами емкостью 100 А·ч, заряда которых хватает на 15 км, после чего троллейбус подзаряжается в течение получаса.

Каждый из видов транспорта имеет свои преимущества и недостатки. Например, затраты на 1 км движения автомобиля с двигателем внутреннего сгорания составляют 3 грн., и это в малолитражных моделях, тогда как затраты на 1 км в электромобиле составляет всего 0,75 грн. Городской электротранспорт превосходит дизельный в количестве перевезенных пассажиров, но уступает в скорости движения и мобильности.

Электротранспорт является самым экологически безопасным из-за отсутствия выхлопа вредных веществ в атмосферу и более экономичным и эффективным. Отсутствие двигателя внутреннего сгорания приводит к уменьшению шумового эффекта и повышает комфорт, проще и дешевле в эксплуатации и ремонте. Таким образом, целью научно-исследовательской работы является модернизация системы тягового электроснабжения городского транспорта за счет перехода к электромобильному принципу тяги и разработки беспроводной системы заряда аккумуляторных батарей.

Технология беспроводного заряда аккумуляторных батарей основана на использовании электроиндукционного механизма, где в качестве транслятора энергии используется реактивное электромагнитное поле. Передача электроэнергии осуществляется по однопроводному кабелю, где возникают стоячие волны электрического и магнитного поля. Энергия электромагнитного поля в резонансном режиме передается на электроприемник электротранспортного средства, при этом осуществляется суммирование полей (магнитного и электрического), что приводит к увеличению передаваемой мощности. Учеными университетов Флориды, Италии, Кореи было доказано, что при температуре окружающей среды от -30 до +50 ° и расстоянии между катушками 20 см КПД может достигнуть 90%. Экспериментально специалистам ГНУ ВИЭСХ удалось передавать беспроводным способом энергию равную 4 кВт на расстояние 15 см.

Внедрение данной технологии в транспортную инфраструктуру позволит избавиться некоторых важных недостатков современного транспорта: уменьшить количество вредных выбросов в атмосферу, снизить цены на стоимость проезда.

Количество электромобилей и их гибридов в Украине невелико, только 15696 ед., в Европе – более миллиона на 2018 г. Сейчас в Украине установлено 1500 зарядных станций для электромобилей, но большинство из них находится в крупных городах (Киев, Одесса, Харьков, Днепр). Одной зарядки автомобиля хватает примерно на 100...150 км, время заряда 2,5 ... 3 ч. Себестоимость перевозок составляет около 25 ... 45 грн. за каждые 100 км в зависимости от времени заряда батареи исходя из тарифов для населения и при наличии двухзонного счетчика электрической энергии (день / ночь), стиля вождения, времени года. Для сравнения стоимость бензина на каждые 100 км пробега автомобиля 250 ... 350 грн.

## Совершенствование схем и средств защиты в панелях электропитания поста ЭЦ

Сердюк Т. Н., Сердюк К. Н., Яремчук М. Р. Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина

Устройства электропитания станций относятся к электропотребителям I категории особо важной группы. Они должны быть обеспечены электроэнергией от двух независимых источников питания и перерыв в их электроснабжении допускается только на время автоматического включения резервного питания (не более 1,3 с). К тому же для таких электропотребителей необходимо предусматривать дополнительное электроснабжение от третьего независимого источника. На постах электрической централизации (ЭЦ) крупных станций таким источником является дизель-генератор автоматический и аккумуляторные батареи.

Анализируя причины, вызывающие отказа в электроснабжении, следует отметить, что наибольшее число отказов возникало в оборудовании постов ЭЦ (64,6%). К внешним воздействиям можно отнести атмосферные перенапряжения (6,1%), действия тяговых токов электрифицированных железных дорог постоянного и переменного тока (9,2%). Одной из причин ненадежной работы систем электроснабжения устройств сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) является отсутствие контроля неполнофазных режимов.

Создание и модернизация аппаратуры электропитания, соответствует требованиям современных систем железнодорожной автоматики, является одной из важнейших задач в деле повышения пропускной способности транспорта и обеспечения безопасности движения поездов. Новая аппаратура электропитания, разработанная на базе тиристорных и транзисторных преобразователей и управляемых выпрямителей, имеет более высокую надежность, позволяет повысить срок службы аккумуляторов и обеспечивает оптимальные показатели устройств электропитания железнодорожной автоматики.

Целью данной работы является анализ проблем, возникающих в панелях электропитания старого образца, разработка рекомендаций по расчету и внедрению современных схем и средств релейной защиты, оценка воздействия системы тягового электроснабжения на работу устройств СЦБ.

Неправильное функционирование устройств СЦБ может происходить вследствие влияния тягового тока на рельсовые цепи в нормальных и аварийных режимах работы системы электроснабжения и в результате кратковременного перерыва или снижения величины напряжения. Причинами нарушения нормального режима работы в линиях ВЛ СЦБ является обрыв проводов при падении деревьев или КЗ проводов других линий; интенсивная коррозия; замыкания проводов большой стреле провисания, разрушения изоляторов.

Рассмотрены вопросы обеспечения пожаробезопасности. Пожароопасные ситуации могут возникать из-за нагрева монтажа и разъёмных соединений вследствие плохого контакта. Основными причинами возгораний на постах ЭЦ является попадание тягового тока на устройства СЦБ и связи и отсутствие селективности защиты в низковольтных цепях.

Одним из путей устранения вышеперечисленных недостатков является разработка рекомендаций по внедрению современных средств релейной защиты. Для защиты линий ВЛ СЦБ предложено применять двухступенчатую трехфазную трёхрелейную максимальную токовую защиту с блокировкой по минимальному напряжению.

Научная новизна заключается в усовершенствовании формул расчета сопротивления КЗ максимальной токовой защиты с блокировкой по минимальному напряжению за счет учета емкостного и индуктивного влияния тяговой сети переменного тока на линиях ВЛ СЦБ, позволило более точно определить значения токов уставок минимального и максимального КЗ, минимального напряжения. Относительная погрешность расчетов по сравнению с уставками, применяемых на действующем участке, не превысила 2 %.

## Модернизация устройств переездной сигнализации на железных дорогах Украины

Сердюк Т. Н., Сердюк К. Н., Яремчук Я. В., Леонов М. В., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина

Все переезды считаются объектами повышенной опасности, делятся на четыре категории и бывают регулируемые и нерегулируемые. Используются следующие типы переездной сигнализации: светофорная, автоматическая светофорная, автоматическая светофорная с полуавтоматическими шлагбаумами, автоматическая светофорная сигнализация с автошлагбаумами.

В автошлагбаумах железных дорог Украины применяются электрические двигатели постоянного тока типа СЛ-571К, содержащие щеточно-коллекторный механизм, который ограничивает их долговечность и является источником электромагнитных помех. Полезная мощность такого двигателя 95 Вт, напряжение 24 В, частота вращения 2200 об / мин, рабочий ток 2,5 А. Такой тип двигателей является устаревшим. Также в автошлагбаумах типа АШ-06 применяют асинхронные трехфазные двигатели с короткозамкнутым ротором 4ААМ 56 В4 УЗ мощностью 180 Вт и частотой вращения 1370 об/мин или АИР 56 В4Б с напряжением питания 220/380 В, мощностью 180 Вт, током не более 1 А, и частотой вращения 1350 об/мин. К недостаткам асинхронных двигателей следует отнести малый пусковой момент, уменьшение крутящего момента при увеличении скорости, низкий коэффициент мощности и значительный пусковой ток.

Целью работы является определение условий работы и параметров двигателя постоянного тока с постоянными магнитами автошлагбаума нового поколения и научное обоснование его внедрения, модернизация системы резервного электропитания устройств переездной сигнализации, что позволит минимизировать размеры переездного оборудования, уменьшить количество отказов и повысить безопасность движения.

Предложено в автошлагбаумах использовать двигатели постоянного тока с постоянными магнитами и планетарным редуктором. Разработана методика определения первичных параметров схемы замещения такого двигателя, его рабочих и механических характеристик по паспортным данным; выполнены расчеты для внедрения редуктора планетарного типа и проверка по условиям его надежной работы. Моделирование выполнено с помощью математического пакета Mathcad. Выбран двигатель постоянного тока с постоянными магнитами типа ЕС020.120 итальянского производства фирмы Transtecno, номинальной мощностью 20 Вт,  $U = 12$  В, ток обмотки якоря  $I_a = 2,6$  А, скорость вращения ротора 2850 об/мин. Было подобран планетарный редуктор типа SPL42-3NVCR с передаточным числом редуктора, который уменьшает скорость вращения до 17 об / мин.

В системе резервного электропитания устройств переездной сигнализации предлагается заменить аккумуляторные батареи типа АБН-72 (АБН-80), которых нужно 7 или 14 штук для обеспечения уровня напряжения 14 или 28 В в зависимости от категории переезда и типа сигнализации, на гелевые свинцовые закрытого типа, например, VENTURA VG-12-100 Gel с номинальным напряжением 14 В, емкостью 100 А·год с максимальным током до 30 А и стоимостью около 200 \$. Преимуществами гелевых аккумуляторов являются: низкий саморазряд, исключено явление утечки электролита при повреждении корпуса, количество циклов заряд / разряд – 600...1000. Но они более чувствительны к коротким замыканиям, требуют высокого качества зарядки и дорогие. Предложено использовать АБ в буферном режиме и заряжать от солнечных батарей мощностью 100 ... 180 Вт, средняя стоимость которых 1500 ... 2500 грн. Стоимость одной батареи АБН-80 около 2800 ... 3000 грн., семи – 21000 грн., четырнадцати – 42000 грн.

## Секционирования путей сортировочных парков железнодорожных станций

Терещенко Е. А., Белорусский государственный университет транспорта,  
Республика Беларусь

Важной задачей повышения эффективности железнодорожного транспорта является приведение мощности путевой инфраструктуры к эксплуатационной нагрузке. При этом ресурсоемкость данных мер требует использования системного подхода к их обоснованию и проведению. На сегодняшний день для достаточно весомой части сортировочных путей железнодорожных станций характерна избыточная путевая емкость по отношению к обслуживаемому вагонопотоку.

Значительный резерв путевого развития может быть эффективно использован для интенсификации перевозочного процесса за счет сокращения объемов маневровой работы. В этом отношении возможной рациональной мерой является разделение существующих путей сортировочных парков на ряд технически обособленных участков посредством их секционирования, что позволит накапливать на одном пути несколько назначений плана формирования поездов.

Укладка ряда съездов с одного ходового пути по схеме, называемой «елочкой», может применяться для безгорочных станций, а также в сортировочных парках при условии закрытия роспуска на секционированные пути и их специализации для постановки на них местных вагонов со стороны вытяжных путей. Обоснование схемы функционирования путей в условиях переменной величины и структуры вагонопотока, а также адаптивной технологии перевозочного процесса (использования диспетчерского расписания, режимной технологии) может быть обеспечено моделированием. Наиболее точными, позволяющими численно и наглядно анализировать достоинства и недостатки разработанных технических решений, являются имитационные модели. Ключевым этапом в процессе моделирования является подготовка исходных данных, основным требованием для которых является достаточно точное соответствие реальным характеристикам объекта исследования, в том числе в прогнозном периоде.

Особой задачей представляется оценка резерва полезной длины секции, выделяемой дополнительно к используемой по длине назначения. В соответствии с прогнозом динамики изменения мощностей назначений, накапливаемых на секционированных путях, целесообразно определить соотношение резервных длин по секциям, назначая большие тем секциям, где по расчетам ожидается рост объемов работы. Назначения, особенно маломощные, имеют различные разбросы значений величины транспортного потока. Следовательно, амплитуда колебания должна коррелировать с длиной секции. В условиях больших колебаний количества назначений необходимо иметь определенный резерв полезной длины секции. Это связано с тем, что при одинаковом математическом ожидании маломощного назначения возможен больший разброс величины потока относительно среднего значения. Проведение дополнительных исследований позволит найти аналитические и эмпирические зависимости между числом секций и нерабочей длиной из-за исключения полезной длины путей сортировочного парка стрелочными зонами.

Экспертный анализ показывает, что не всегда удастся секционированием уравнивать число секций отдельных позиций сортировочного парка и число назначений по плану формирования. Очевидно, что чем менее мощным является назначение, тем выше вероятность того, что выделение под него секции не приведет к достижению значимого эффекта. Однако в любом случае такие решения необходимо оценивать по достигаемому результату и сравнивать с существующим положением без секционирования путей парка. В противном случае при множественных малых назначениях исключение для них фиксированных секций не позволит охватить исследованием всю зону целесообразных решений.

## **Планирование ремонтов локомотивов в условиях автоматизации**

Ткаченко Е. В., Романюк Я. М., філія «ПКТБ ІТ» ПАТ «Українська залізниця»,

Устенко А. Б., ДНУЗТ, Україна

В настоящее время на УЗ используется планово-предупредительная система ремонта и технического обслуживания (ТО) тягового подвижного состава (ТПС). Требования к планированию ремонтов локомотивов определяются соответствующим приказом (№429-Ц/од от 15.10.2015).

Планирование на основе контроля межремонтных периодов предполагает определение потребности в ремонте или ТО на основе сопоставления с нормативными значениями межремонтных пробегов локомотивов (прежде всего, при их работе в поездах), или времени работы. Потребность в ремонте или ТО для данного локомотива фиксируется в случае, когда межремонтный пробег или время работы стал больше нормативного для соответствующего типа ремонта. При этом для равномерности загрузки ремонтных цехов депо и локомотиворемонтных заводов предусматривается возможность регулирования межремонтных периодов (как правило, в пределах -10% 25%). Текущие значения межремонтных пробегов или времени работы локомотивов определяются на основе учета их работы (в частности, путем обработки маршрутных листов машинистов). При этом, поскольку определение потребности в ремонте или ТО должен выполняться на будущее, используется прогнозирование изменения этих параметров, - как правило, исходя из их средних значений.

Для автоматизации планирования ремонтов на базе Сервера анализа и планирования локомотивного хозяйства (САП-Т) разработан и внедрен на УЗ АРМ планирования ремонтов локомотивов. Данный АРМ обеспечивает выполнение следующих функций:

- автоматизации определения потребности в ремонте локомотивов, которая характеризуется достаточно высоким уровнем формализации и опирается на непосредственное использование базы данных АСК ВП УЗ – Е;
- информационную поддержку создания и согласования планов ремонта, которая предусматривает преимущественно работу пользователей в интерактивном режиме для создания, анализа и согласования вариантов планов.

В рамках конкретного предприятия (локомотивного депо, службы локомотивного хозяйства железной дороги, или УЗ) участниками планирования ремонтов является технологи и руководители по ремонту, для каждого из которых создан собственный АРМ. При этом варианты планов, которые создаются на конкретном рабочем месте, доступны для анализа и согласования как для всех поощренных сотрудников данного предприятия, так и для сотрудников более высокого уровня управления, а возможно и для предприятия - исполнителя ремонта (завода, или специализированного ремонтного депо).

Исходя из требований к системе автоматизации, принят двухуровневый подход к автоматизации учета и планирования ремонтов локомотивов. На первом уровне автоматизация учета межремонтных пробегов выполняется путем их расчета и сохранения в базе данных АСК ВП УЗ – Е. На втором уровне обеспечивается интерактивная информационная поддержка персонала на этапах анализа потребности в ремонте, создание планов-графиков постановки локомотивов в ремонт с учетом прогноза динамики их межремонтных пробегов, а также оперативного согласования планов в приспособленном для этого информационной среде.

Таким образом, принципиально важным является создание прозрачной информационной среды, в которой достаточно эффективное взаимодействие АРМ ремонтов, включая те, которые относятся к разным уровням управления.

## Типовые компоненты проектирования АРМов

Чередниченко А. С., Таллиннский университет, Эстония

Кобзев А. В., Бровкіна І. Ю., філія «ПКТБ ІТ» ПАТ «Українська залізниця», Україна

Программный комплекс «Типовые компоненты АРМов» - это комплекс программного обеспечения, состоящий из:

- шаблона клиентского десктопного приложения на платформе WPF;
- подключаемой к нему библиотека типовых компонентов;
- универсального WCF-сервиса для обеспечения взаимодействия между клиентской и серверной частями.

Использование такого комплекса позволит, во-первых, унифицировать некоторые этапы разработки автоматизированных систем, во-вторых – позволит программистам сократить время на разработку, и как, следствие – значительно повысить производительность труда разработчика.

В общем случае можно говорить о наличии некоторой предметной области, в которой выделены некие объекты и связи между ними. Всё это представляется в виде таблиц базы данных, а базовый функционал приложения заключается в том, чтобы производить с данными этих таблиц четыре основные действия: создание, просмотр, модификацию и удаление объектов. Таким образом, перед разработчиком автоматизированной системы ставится задача создания и настройки CRUD-функциональной системы. Далее на эту основу накладывают дополнительную бизнес-логику, модули авторизации, например, модули отчетов и другой необходимый. Кроме того, накладываются определенные требования к архитектуре построения подобного типа систем, использование трёхуровневой архитектуры - архитектурная модель программного комплекса, предполагающая наличие в нём трёх компонентов: клиента, сервера приложений и сервера баз данных.

С точки зрения однотипности выполняемых работ по созданию подобного рода систем, а также с целью унификации разработанных систем, было принято решение о создании некоего инструментария для разработчиков, которым можно было бы воспользоваться при проектировании.

Составными частями этого инструментария являются:

- Шаблон клиентского приложения в среде Visual Studio, созданный на основе WPF-приложения, содержащий типовую разметку головной страничка АРМ и необходимые настройки для взаимодействия с WCF-сервисом и библиотекой типовых компонентов;
- Библиотека типовых компонентов, которая содержит основные элементы управления для разработки и создана с использованием программного пакета DevExpress.

К таким типовым компонентам относятся главное меню АРМ, механизм авторизации пользователя в системе, типичный контейнер НСИ, классы сообщений (предупреждений) и индикации процесса выполнения программы, прототип «контроля пользователя» для реализации интерфейса определенного функционала, прототип диалоговых окон, набор реализуемых функций, набор единых стилей и шаблонов поведения элементов управления, единственный WCF-сервис, база данных ORACLE для хранения данных о пользователях.

Кроме того, с целью унификации и более эффективного использования данного инструментария наработан ряд рекомендаций относительно построения данных обмена между модулями JSON, технологии построения моделей данных, осуществления логического контроля информации.

**СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ  
ПРОЦЕСАМИ, МІКРОПРОЦЕСОРНІ СИСТЕМИ**



## **Issues of developing gas consumer's safety device**

Iashvili N., Scientific-research and engineering technical center of “Automatization”, Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia

Despite the fact that we use natural gas every day we all know the risks that come with it: The leak of dangerous gases and reserving it. Because the leakage may lead to an explosion and poisoning civilians, when the loss is not only material, but people die. Unfortunately, this is not rare, Gas is transparent, not visible for unarm ed eye and mostly it has no smell, that is why people cannot detect the danger on time. Because of this, people invented gas sensors, so they can protect themselves from deadly gases. Nowadays, scientists all over the world are trying to invent new technology that detects gas leakage. That’s why we aimed to set up the device, which will execute similar function.

The report describes issues of building mathematical model of the security of gas consumption.

There is shown the gas leak monitoring system in the high-rise buildings. Device and monitoring system with its main technical parameters are in compliance with the existing foreign analog.

Gas detectors, in which sensors, working on different physical principles, are used as sensitive elements measure and indicate the concentration of certain gases in an air. When the sensors response surpasses a dangerous gas level, audible or visible indicators, such as alarms, lights or a combination of signals warn the users. While many of the older, standard gas detector units were originally fabricated to detect one gas, modern multifunctional or multi-gas devices are capable of detecting several gases at once.

Comparison conducted in other countries have shown pros and cons of the devices. There is an opportunity and need for not only qualitative, but constructional changes in device. The purpose of creating the gas leak detector and operating system of self-closing valve is to solve above mentioned problem and keep people safe.

The new system consists of three main components:

1. Semiconductor sensor;
2. Electrical block which is built on the microprocessor;
3. Electromagnetic Switch off valve.

We have studied the characteristics, properties and functioning physical principles of different types of sensors. Our attention was drawn to semiconductor sensors.

After the tests of experimental copy of the system, parameters have been established. The system, besides the sound and visual signals, will obey the main purpose: to block the gas supply network in the apartment. I.e. the controllable valve will be locked by the signal, which is generated by the microprocessor. The proposed mechanism is different from existing systems by several signs that ensure high sensitivity and accuracy of the device. In addition, cost of the device will be significantly reduced.

A new system of gas leakage control and valve control is proposed. The system is intended to fix the gas leaks in homes, issuing a warning sound and light signals. In case of gas leakage, microprocessor unit enables the electromagnetic switch off valve and shuts off gas supply.

The proposed system distinguishes from existing devices and systems with several features that provide high sensitivity and accuracy. Besides, the cost of the system is being significantly reduced.

## Підвищення ефективності режимів в електричних системах з тяговими навантаженнями

Доманський В. Т., Троцай А. В., Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Україна

Костін Г. М., ПРАТ «Харківенергозбут», Україна

У роботі пропонується використання багаторівневого методу регулювання напруги і реактивної потужності. Відмінною особливістю запропонованого алгоритму є вибір в якості функції втрат реактивної потужності в елементах системи. Це дозволяє ефективно використовувати джерела реактивної потужності і визначати настройку регуляторів напруги тягових мереж з використанням багаторівневого підходу. У енергосистемі є можливість виділити три підсистеми – надвисокої (рівень 1), високої (рівень 2) і низької (рівень 3) напруги. Порядок регулювання складається з двох етапів: етап оптимізації на рівнях 1 і 2 і визначення вузлових точок контролю для рівня 3; етап прямого регулювання на рівні 3 з урахуванням даних АСУЕ для рівня 1.

Етап оптимізації для визначення  $U$  і  $Q$  по мінімуму  $F$  (цільова функція) передбачає наступні обмеження:  $K_{t\min} \leq K_t \leq K_{t\max}$ ;  $Y_{\min} \leq Y \leq Y_{\max}$ ;  $U_{\min} \leq U \leq U_{\max}$ ;  $Q_{\min} \leq Q \leq Q_{\max}$ , де  $K_t$  – коефіцієнт трансформації трансформатора;  $Y$  – провідність джерел реактивної потужності;  $U$  – напруга;  $Q$  – реактивна потужність. Схема оптимізації рівнів 1 і 2 за допомогою багаторівневого підходу наступна: Крок 1. Задаємо початкові величини витрат, відповідних компонентів векторів  $Q$  і  $U_1$ . Оптимізація рівня 1: потрібно отримати  $Q^{(1)}$  і  $U_1^{(1)}$  такі, щоб  $\tilde{F}_0 = F_0 + p_1^T Q^{(1)} - p_1^T U_1^{(1)} \rightarrow \min$  за умови обмежень цього рівня. Оптимізація рівня 2: потрібно отримати  $Q^{(2)}_i$ ,  $U^{(2)}_i$  і  $\Delta K_i$  такі, щоб  $\tilde{F}_i = F_i + p_{1i} Q^{(2)}_i + p_{2i} U^{(2)}_i \rightarrow \min$  ( $i = 1, 2, \dots, N$ ) при обмеженнях цього рівня, де  $p_1$  і  $p_2$  – ціни на різних рівнях оптимізації.

Крок 2. При  $Q^{(1)} - Q^{(2)} = E_1$ ;  $U^{(1)}_1 - U^{(2)}_1 = E_2$ , якщо  $E_1 = E_2 = 0$ , розрахунки закінчуються, тому що отримана оптимізація рівнів 1 і 2. В іншому випадку здійснюємо третій крок.

Крок 3. Коригування ціни.

Проведено аналіз та визначені принципи вибору типу регульованих установок компенсації реактивної потужності в тягових мережах. Встановлено, що плавно регульована установка поперечно-ємнісної компенсації (КУ) не має вирішальної технічної переваги перед ступенево регульованою КУ, а її використання пов'язано з великими капітальними вкладеннями, що визначає терміни окупності інвестицій (більше 10–15 років). Найбільш перспективними для тягового електропостачання на сьогодні є ступенево регульовані пристрої компенсації реактивної потужності. Для ефективного застосування пристроїв компенсації реактивної потужності розроблені методи вибору параметрів та місць розміщення КУ і установка подовжньо-ємнісної компенсації (УПК) з урахуванням режимів роботи енергосистем на моделях з імітацією взаємопов'язаних миттєвих схем рухомих навантажень. Аналіз результатів моделювання і реальних режимів тягової мережі змінного струму 27,5 кВ показує, що максимальні 10-хвилинні струми навантаження в тяговій мережі лежать в межах 1800–2200 А, а ефективність УПК висока на тягових підстанціях, де опір СЗЕ перевищує 0,5 Ом, а ступінь компенсації знаходиться в межах допустимого  $K = 0,7$ . При розміщенні КУ на постах секціонування є можливість зменшити потужність КУ на міжпідстанційній зоні з вузловою схемою живлення майже в 4 рази. Це забезпечує ресурсозбереження та зниження добових втрат на 3–4 %.

Запропоновано використання розподіленої системи КУ в тяговій мережі та новий підхід до регулювання напруги на тягових підстанціях з несиметричним навантаженням в основі якого лежить сумісне використання УПК у відсмоктувальній лінії і пристроїв автоматичного регулювання напруги трансформатора під навантаженням, що в сукупності дозволяє знизити втрати в тяговій мережі в 1,5–2 раз.

## **Комплексна система технічного обслуговування і ремонту пристроїв електропостачання за станом на базі їх діагностики і моніторингу**

Доманський І. В., Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Україна

Переверзєв К. В, ТОВ «ДАК-ЕНЕРГЕТИКА», Україна

Технологія експлуатації пристроїв електропостачання (ПЕ) за станом на звичайних, швидкісних і високошвидкісних магістралях вимагає високої якості оцінки їх параметрів і критеріїв. Джерелом інформації для виявлення передвідмовних станів ПЕ служать дані, отримані за результатами діагностики, моніторингу, аналізу і моделювання. Для тягових підстанцій однією з найбільш ефективних являється безперервна (у режимі on-line) діагностика часто пошкодженого і дорогого комутаційного і випрямного устаткування, трансформаторів на базі засобів постійного технічного діагностування. Запропоновано підвищення якості діагностики шляхом синтезу результатів моделювання критеріїв стану ПЕ та постійно діючої діагностики. Це дозволяє своєчасно виявляти відмову ПЕ.

Для діагностики контактної мережі (КМ) такої можливості немає. Вагон-лабораторія контактної мережі (ВВКМ) діагностує стан КМ тільки в точці контакту вимірювального струмоприймача і контактного проводу (КП) на швидкості, для якої ведуться вимірювання, тобто дати прогноз поведінки КМ в умовах, що відрізняються від існуючих при об'їзді проблематично. Необхідно збільшувати частоту об'їздів. При цьому вимірювання параметрів для оцінки стану 100 км КМ з використанням ВВКМ оцінюється в 36–45 тис. грн. Проведення обчислювальних експериментів дозволяє спостерігати картину взаємодії струмоприймачів з КМ на всій анкерній ділянці і отримувати необхідні параметри і критерії для оцінки стану підвісок при різних швидкостях руху та інших факторів, що впливають на струмозняття. Встановлено, що вартість наповнення баз знань експертних систем для оцінки стану підвісок КМ на базі сучасних моделей практично в 5 разів нижче в порівнянні з ВВКМ. Таким чином, ресурсозберігаюча технологія експлуатації КМ вимагає синтезу двох джерел інформації для оцінки стану КМ: діагностики в експлуатації і моделювання динамічної взаємодії КМ і струмоприймачів.

Встановлено, що термін служби КП залежить від наступних факторів: матеріалу контактних елементів струмоприймачів, струму, що протікає через ковзний контакт, числа проходів струмоприймачів, швидкості руху, значень і характеру зміни натиснень в контакті і ін. Більшість з зазначених факторів визначає середній знос КП. Лише характер зміни натиснення в контакті істотно впливає на нерівномірність зносу контактних елементів полоза і КП і терміну їх служби. Для їх визначення передбачається імітаційне моделювання статичних та динамічних показників якості струмозняття усіх ділянок головних колій ПАТ «Укрзалізниця».

Першорядне значення для попередження утворення місцевих зносів КП має такий стан КМ, який забезпечує рівномірну еластичність в прольотах анкерних ділянок. Встановлено, що при збільшенні швидкості руху на форму кривої еластичності в прольоті впливає наявність жорстких точок (поперечні з'єднувачі, секційні ізолятори, повітряні стрілки та ін.). Для якісної оцінки зміни еластичності в прольоті крім коефіцієнтів нерівномірності запропоновано використовувати її середньоквадратичне відхилення, що в сукупності дозволяє підвищити точність оцінки якості струмозняття. Найбільш об'єктивною функцією для об'єднання різних показників оцінки якості струмозняття є контактне натиснення. Чим стабільніше контактне натиснення, тим менше зношуються КП і контактні пластини струмоприймачів, підвищується якість струмозняття і забезпечується ресурсозбереження при експлуатації електротягових мереж.

Технологія експлуатації електричних систем з тяговими навантаженнями за станом та підвищення якості регулювання пристроїв для зменшення зносу КП в сукупності вирішує проблему ресурсозбереження та дозволяє понизити експлуатаційні витрати в 1,5 раз.

## **Удосконалення системи організації вагонопотоків за рахунок використання методів імітаційного моделювання**

Матвієнко Х. В., Папахов А. Ю., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. А. Лазаряна, Україна

Залізничний транспорт відіграє ключову роль в соціальній та економічній діяльності нашої країни, він є гарантом проведення економічних перетворень, зміцнення адміністративно-політичної цілісності, нормального функціонування і розвитку товарного ринку.

Нові умови реформування залізничного транспорту поставили перед ним ряд нових проблем. Найбільш актуальною з них є вироблення ефективних економічних методів галузі в умовах ринку, і зокрема, вдосконалення системи організації вагонопотоків.

За останні роки в системі організації вагонопотоків на вітчизняних залізницях відбулися серйозні зміни. Суттєво погіршується якість перевезення, знижується швидкість доставки вантажів, знижуються якісні показники перевізної діяльності. В результаті це призводить до неефективної організації вагонопотоків.

Якщо розглянути теорію розрахунку ПФП, то можна побачити, що вона ґрунтується на визначенні вигідності спеціалізації поїздів по призначеннях відповідно до вантажними потоками і передбачає зіставлення витрат вагоногодин на станціях формування з економією вагоногодин, одержуваних при проходженні вагонів без переробки через попутні технічні станції.

До впровадження ЕОМ і сучасних інформаційних технологій широке застосування знайшли такі методи розрахунку ПФП, як аналітичний метод, метод безпосереднього розрахунку аналітичних зіставлень і метод суміщених аналітичних зіставлень, метод спрямованого перебору варіантів.

В даний же момент, у зв'язку зі збільшенням потужності сучасних ЕОМ провідним напрямком розрахунку ПФП є розробка різних засобів відповідного програмного забезпечення, які шляхом постійного контролю на базі вичерпної інформації дозволяють організувати оптимальний розрахунок ПФП. В умовах, що склалися найбільш актуальним є розробка та впровадження математичних методів і засобів обчислювальної техніки та інформаційних технологій.

Пропонується використовувати систему, засновану на імітаційному моделюванні, основою якої буде виступати абсолютний метод розрахунку плану формування поїздів.

В якості вихідних даних для моделювання використовується:

- потужності вагонопотоків кожного з напрямків;
- параметри накопичення станцій полігону;
- приведена економія від проходження станції без переробки.

Розроблена модель за заданими вихідними даними моделює всі варіанти руху вагонопотоків по заданому полігону з урахуванням його конфігурації. Вибір оптимального варіанту плану формування поїздів здійснюється пошуком варіанту з мінімальними сумарними простоями вагонів під накопиченням і переробкою на попутних станціях.

Запропонована модель розрахунку ПФП дозволяє здійснювати вибір оптимального варіанту організації вагонопотоків у поїзди виходячи із заданих вихідних даних з використанням сучасних засобів обчислювальної техніки та інформаційних технологій.

## Застосування математичного моделювання до задач оптимізації ефективної підтримки шахт вугледобувної галузі

Михайлова Т. Ф., Дніпропетровський національний технічний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна; Україна

Вугільна промисловість забезпечує поставки енергетичного палива та коксованої сировини для металургії, що є однією з провідних галузей економіки України.

Але в 2016, 2017 роках вугільна промисловість була дотаційною галуззю.

Одна з проблем у галузі - найбільш ефективно використання державних дотацій. Для аналізу шляхів оптимізації державної підтримки було застосовано економетричне моделювання.

Розглянуто цю методику на прикладі шахт холдингу “Павлоградвугілля”.

За допомогою математичного моделювання в пакеті EXEL було побудовано економетричну модель залежності обсягів виробництва товарно-вугільної продукції від обсягів державної підтримки, що направляється на покриття затрат на собівартість та на капітальне будівництво.

Модель має вигляд

$$Y = 860 - 0.126l_s + 0.0576l_k,$$

де  $Y$  – обсяги виробництва товарно-вугільної продукції по шахтах холдингу “Павлоградвугілля”;

$l_s$  – обсяги державної підтримки, що направлені на покриття затрат на собівартість;

$l_k$  – обсяги державної підтримки, що направлені на капітальне будівництво, на стаціонарне обладнання та на обладнання лав.

Перевірка якості моделі за F-критерієм Фішера показала її адекватність експериментальним даним. Це дає можливість використати її для подальшого економічного аналізу процесу та прогнозу. Параметри моделі також є значущими, як показала перевірка за t-критерієм Стюдента. Коефіцієнт детермінації  $R^2 = 0,91$ . Це означає, що зміни обсягів виробництва товарно-вугільної продукції на 91% залежать від зміни обсягів державної підтримки, що направлені на покриття затрат на собівартість та на капітальне будівництво, а на 9% від інших факторів, не врахованих в даній моделі.

При побудові моделі враховано якісний показник, що набуває значень “1”, якщо здобуто вугілля збагачувалось і “0”, якщо шахта продавала незбагачене вугілля.

Результати дослідження моделі показали, що державна підтримка, яка направлена на капітальні вкладення галузі приводить до зростання обсягів виробництва. Зростання державних дотацій на 1 тисячу гривень призводить до зростання обсягу виробництва вугілля на 57,5 т. Збільшення обсягів державної підтримки на собівартість за рахунок коштів капіталовкладень призводить до зменшення обсягів випуску на 126 т.

Таким чином можна підсумувати, що спрямування бюджетного фінансування на капіталовкладення дозволить шахтам з низьким рівнем виробництва збільшити його обсяги, і тим самим збільшити обсяги власних оборотних коштів, за рахунок яких будуть покриватись витрати на собівартість товарно-вугільної продукції.

За допомогою економетричного моделювання в пакеті EXEL визначені обсяги виробництва, за яких прибуток шахт буде найбільшим та визначено залежність між ціною продаж продукції та обсягами виробництва.

## Формування неоднорідностей структури зливка під час кристалізації

Надригайло Т. Ж., Борис Б. А., Дніпровський державний технічний університет, Україна

Вивчення проблеми затвердіння металу є актуальною задачею, оскільки її розв'язок сприяє підвищенню якісних показників продукції металургії та машинобудування, скороченню витрат металу у виробництві.

Одним із способів отримання металевих виробів і заготовок в машино- і приладобудуванні є литво. Для отримання відливок або зливоків розплавлений і перегрітий сплав заданого складу заливається в ливарну форму, внутрішня порожнина якої відповідає конфігурації і розмірам майбутнього виробу. Далі метал кристалізується та набуває контури тієї порожнини, в яку він був залитий. Стадія отримання литої заготовки (зливка) входить у велику частину існуючих технологій обробки металів. Тому найефективнішою є ливарна технологія, яка дозволяє одержувати вироби необхідних розмірів, конфігурації, властивостей з розплаву з мінімальними витратами енергії, матеріалів і праці.

Важливе значення для знаходження оптимальних умов формування якісних зливоків і відливок набуває виявлення основних закономірностей формування кристалічної структури, фізичної і хімічної неоднорідностей. Структурні та хімічні неоднорідності структури зливоків та відливок суттєво впливають на механічні і фізичні властивості литого металу. Формуванню фізичній неоднорідності типу мікропор сприяють розчинені гази та перебіг розплаву через перехідну зону, що обумовлено усадковими явищами при фазовому переході.

З робіт відомих вчених-металургів Ю. А. Самойловича, В.И. Тімошпольського, В. А. Єфімова та інших можна вказати основні вимоги до якості зливка: зливок повинен мати однорідну дендритну будову, однаковий хімічний склад з мінімальною міждендритною і зональною ліквациєю, зливок не повинен мати поверхневих дефектів, зона підкоркової пористості та інших дефектів повинна бути мінімальною, виникаючі в процесі кристалізації неметалеві включення повинні бути дрібно-дисперсними і рівномірно розподілені за об'ємом, лите зерно повинно бути дрібним і рівноосним та не мати металевих і неметалевих включень.

Якість сталі можна визначити як сукупність фізичних, хімічних, технологічних властивостей. Залежно від переважання одних властивостей над іншими, сталі отримують відповідну класифікацію. Сукупність властивостей сталі визначається хімічним складом сплаву, і структурою металу. Також якість сталі можна визначити залежністю вмісту шкідливих домішок і неметалевих включень в розплаві, чим менша кількість шкідливих домішок і неметалевих включень міститься в сталі, тим вище її якість. Шкідливими для сталі в першу чергу є домішки сірки, фосфору та газів.

Після наповнення зливка припиняється гідродинамічна дія струменя, і на перший план виступають процеси тверднення. При твердненні розплаву відбувається усадка. Це приводить до виникнення гравітаційної конвекції, яка породжується окремими рухомими кристалами, що виникають в розплаві і вільно осідають у напрямку до виливниці, утворюючи неоднорідність фізичної структури зливка — конус осадження. З другого боку, усадка приводить до формування усадкової раковини. Теплофізичні характеристики прибуткової надставки визначають її глибину і форму.

Метою даної роботи є розробка узагальненої математичної моделі формування хімічної та структурної неоднорідностей, зокрема усадкової раковини, а також конуса осадження дрібнодисперсних кристалів для сталевого зливка. Комп'ютерна реалізація розробленої моделі виконано у середовищі Microsoft Visual Studio.NET 2012 на мові програмування C#, яка дозволяє чисельно дослідити модель та виявити найбільш впливові фактори.

## Аналіз моделей суміщеного пасажирського та вантажного руху

Нестеренко Г. І., Музикін М. І., Авраменко С. І., Сагіров Г. В., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Залізничний транспорт в Європі орієнтується на перевезення переважно пасажирів, а України - вантажів. Тому підходи до реформування залізничного транспорту в Європі можуть не принести позитивного рішення в Україні. Це означає, що держава, якій є чим замінити залізничний транспорт, має можливість експериментувати (Європа). Щодо України, то ціна помилки може виявитись досить високою.

У країнах ЄС вантажні поїзди курсують на коротких відстанях у межах фіксованого розкладу, вони є короткими і відносно легкими. Це дає змогу забезпечити діяльність на ринку перевезень декільком операторам. В Україні навпаки, мають місце поїзди зі значною кількістю вагонів та частою зміною локомотивних бригад, технічним оглядом рухомого складу, зміною локомотивів тощо. При цьому близько 60% вантажів перевозяться піввагонами і груповими відправленнями. Це потребує високого ступеня інтеграції та координації роботи власника інфраструктури і перевізника. Продуктивність вантажних вагонів і вантажних локомотивів в Україні значно вища, ніж у європейських країнах. Крім того, у країнах ЄС, де започатковано модель вертикального розподілу, розвиток і модернізація залізничної інфраструктури здійснюється завдяки активній підтримки з боку держави.

Також потрібно відмітити досвід американських залізниць. Проблемою для вантажних перевезень, що майже всі заплановані нові послуги швидких пасажирських перевезень будуть працювати на своїх напрямках. Поєднання повільних вантажних і швидких пасажирських поїздів є дуже складним питанням. За деякими винятками, на коліях Acela і Північно-східного коридору, переїзди налаштовані в межах 50 миль на годину для вантажних вагонів і 80 миль на годину для пасажирських поїздів. Але планується курсування пасажирських поїздів на швидкості 110 миль на годину по вантажних коліях.

Вантажні лінії навчилися жити з обмеженими залізничними пасажирськими перевезеннями на своїх коліях. Іноді вони скаржаться, що пасажирщики платять тільки близько п'ятої частини реальної вартості такого доступу. Деякі залізничники підраховали, що це еквівалентно субсидії в розмірі близько \$ 240 млн в рік, понад те, що залізниці отримують від уряду. Їх головна претензія, однак, є те, що один залізничний пасажирський поїзд на швидкості 110 миль на годину знімає пропускну спроможність для шести вантажних поїздів в будь-якому коридорі. Процес адаптації та модернізації ліній для пропуску як великих обсягів вантажних перевезень в умовах зростання і безпрецедентного розквіту міжміських пасажирських перевезень буде коштувати мільярди доларів.

Організація швидкісного руху пасажирських поїздів на залізницях України можлива після проведення модернізації та реконструкції інфраструктури залізниць на основі відповідної нормативно-технічної бази. Як свідчить практика, суміщений рух пасажирських і вантажних поїздів негативно впливає на умови експлуатації і плавність руху. Якщо після модернізації залізнична колія здається з оцінкою «відмінно» (кількість балів, що характеризує стан колії, близько 0), то після експлуатації протягом півроку кількість балів зростає до 20–30, а до кінця року - до 100. Наприклад, на ділянці Київ – Дніпропетровськ, яка готувалася для прискореного руху, вантажонапруженість після модернізації збільшилася на 30%, що призвело до погіршення стану колії і комфортності їзди.

Експерти також виділяють те, що залізниці України, на відміну від залізниць європейських держав, мають значно вищу вантажонапруженість, а також вище навантаження на вісь. Тому і конструкція колій повинна бути більш потужною і мати значно вищий коефіцієнт запасу міцності. З цієї точки зору для організації вантажного руху поїздів корисним є досвід розвитку колійного господарства Німеччини. Якщо розглядати впровадження швидкісного руху пасажирських поїздів корисним є досвід устрою та розвитку залізничних колій Франції і Китаю, який, до речі, має протяжність швидкісних магістралей більше половини швидкісних магістралей світу.

І тому насамперед найбільш перспективний шлях – розвивати так званий прискорений рух (до 160 км/год) на базі наявних шляхів. Йдеться про поступове впровадження швидкісного руху з адаптацією до нових вимог нинішньої інфраструктури.

## **Дослідження можливості реалізації управління макетом одноколіїної станції у лабораторії кафедри УЕР сучасними мікроконтролерами**

Норкіна Ю. Д., Шаповал М. О., Жуковицький І. В., Хмарський Ю. І., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Об'єктом дослідження є лабораторія кафедри УЕР університету, в якій встановлено реальнодіюче релейно-контактне обладнання шістьох станцій з одноколійними ділянками: «Соковичі», «Образцово», «Гордієнково», «Бузаново», «Тихоново» та «Шаульська». Вони призначені для прийому та відправлення поїзду зі станції на станцію.

Необхідність заміни обладнання лабораторії на сучасне безконтактне викликане не тільки вимогою переходу до більш сучасного, а й тим, що релейно-контактне обладнання потребує відповідних експлуатаційних умов і постійної перевірки, що не можливо в умовах університету.

При дослідженні ставляться такі умови:

- обов'язкове виконання в варіанті, що проектується, всіх функцій діючої системи;
- заміні на безконтактне обладнання підлягає тільки схеми релейно-контактної логіки, зі збереженням реальнодіючих пультів-табло управління та індикації;
- дотримання всіх вимог по надійності та функціональності безпеки;
- дослідження можливостей подачі виконавчих сигналів на лабораторні імітатори наземного обладнання (управління стрілками, світлофорами макетів);

Для реалізації системи управління для кожної станції прийнята структура, яка включає наступні модулі:

- модулі введення/виведення
- модулі зв'язку
- мікроконтролер

Авторами були проаналізовані різноманітні фірми-виробники промислової автоматизації та обране устаткування фірми Advantech.

Із макету наземного обладнання та пультів-табло станцій сигнали поступають на модулі введення. За допомогою модулів зв'язку ці сигнали передаються на мікроконтролер, який, в свою чергу, оброблює отриману інформацію та видає виконавчі сигнали на модулі виведення через модулі зв'язку. З модулів виводу виконавчі сигнали поступають на макети наземного обладнання, пультів-табло станцій, обладнання для пересування макетів локомотиву.

Технологічний процес прийому та відправлення поїзду зі станції на станцію представлений у вигляді асинхронного автомату Мілі. Вихідний сигнал визначається станом автомату та вхідним сигналом, який перевів автомат в цей стан.

Розроблюваний програмно-апаратний комплекс призначений для реалізації роботи станцій навчальної лабораторії кафедри УЕР та дозволяє замінити обладнання лабораторії на сучасне безконтактне. Програмна частина комплексу реалізована на мові програмування С, так як вона стандартизована, кросплатформна та універсальна для програмування мікроконтролерів.

Даний програмно-апаратний комплекс може бути використаний в навчальному процесі для студентів спеціальності 275 «Транспортні технології».



## Використання методу подвійного інтегрування для вимірювання зарядів зворотного відновлення напівпровідникових приладів

Шаповалов В. О., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, Україна

У вимірювальній техніці (висококласних вольтметрах, аналогово-цифрових перетворювачах) широко використовується метод подвійного інтегрування. В цьому методі застосовується аналоговий інтегратор на основі операційного підсилювача. Процес вимірювання складається з двох етапів: на першому етапі (прямого інтегрування) здійснюється інтегрування додатньої вимірюваної напруги протягом фіксованого інтервалу часу, а на другому етапі (зворотного інтегрування) – інтегрування від'ємної еталонної напруги доти, поки напруга на виході інтегратора  $U_{\text{інт}}$  не досягне нуля (для фіксації цього моменту використовується аналоговий компаратор). Таким чином здійснюється перетворення вимірюваної напруги в пропорційний інтервал часу, довжина якого в свою чергу вимірюється (оцифровується) за допомогою лічильника, на вхід якого подаються імпульси високої частоти.

В перетворювачах електричної енергії широко використовуються групові (послідовно-паралельні) з'єднання напівпровідникових приладів (діодів, тиристорів, транзисторів - далі приладів). Найбільш серйозною проблемою при цьому є забезпечення рівномірного розподілення струму і напруги між приладами в динамічних режимах – при вмиканні і вимиканні (при переході із зворотного в пряме зміщення і навпаки для діодів) завдяки розбросу параметрів приладів. Іноді виникає необхідність здійснення підбору приладів по параметрах, які характеризують їх динамічні властивості.

Затримки переключення приладів обумовлені необхідністю накопичення або розсмоктування нерівноважних концентрацій носіїв зарядів в певних областях напівпровідникових структур приладів. Перехід діода (тиристора) із прямого зміщення на зворотне звется процесом зворотного відновлення і в основному характеризується зарядом зворотного відновлення  $Q_{\text{гр}}$ , який розраховується за формулою:

$$Q_{\text{гр}} = \int I * dt,$$

де  $I$  – зворотний струм приладу в процесі зворотного відновлення.

В [1] запропоновано пристрій, в якому для вимірювання (оцифрування) заряду  $Q_{\text{гр}}$  силових напівпровідникових приладів використовується розглянутий вище метод подвійного інтегрування (при цьому інтегратор використовується в тому числі і за безпосереднім призначенням – для інтегрування). На вхід інтегратора подається напруга  $U_{\text{ш}}$  (пропорційна струму) з безіндуктивного шунта, який встановлено послідовно з приладом, заряд якого вимірюється. Пряме інтегрування починається з моменту часу, коли струм  $I$  переходить через нуль з прямого на зворотне значення, і триває декілька десятків мікросекунд. Після цього напруга на виході інтегратора визначається виразом:

$$U_{\text{інт}} = K_{\text{інт}} * \int U_{\text{ш}} * dt,$$

де  $K_{\text{інт}}$  – масштабний коефіцієнт інтегратора,  $K_{\text{інт}} = 1/(R * C)$ ;

$R$  і  $C$  – відповідно опір вхідного резистора і ємність конденсатора зворотного зв'язку в інтеграторі.

Оскільки напруга  $U_{\text{ш}}$  і інтервал інтегрування мають відносно малі значення, то, відповідно, коефіцієнт  $K_{\text{інт}}$  має значення біля мільйону і ємність  $C$  – нанофаради, це в свою чергу обумовлює використання в інтеграторі операційного підсилювача з малими вхідними струмами (операційний підсилювач 140УД8Б з польовими транзисторами на виході).

1. А. с. 1347711 СССР, МКИ Кл. G01R31/26. Устройство для измерения параметров восстановления силовых полупроводниковых приборов / В. А. Музыкин, И. Ф. Василук, В. А. Шаповалов (СССР). № 3030024/24-21; заявл. 15.07.85; опубл. 1987, Бюл. № 39.

## **Создание автоматической системы химического контроля питьевой воды для повышения эффективности работы водоочистных сооружений**

Бибилеишвили Д. В., Махашвили К. А., Иашвили Н. Г., Грузинский Технический Университет, Грузия

В современных условиях проблемы качественной очистки природной питьевой и сточных вод является актуальной в мировом масштабе. Растущее значение охраны окружающей среды, в т.ч. водных бассейнов, предполагает конкретные меры решения этой задачи. Экологические проблемы с очисткой питьевой и сточных вод существуют и в регионах Южного Кавказа.

Технологическая схема очистки воды предусматривает обработку её различными химическими реагентами, из которых наибольшее применение находят коагулянты в виде сернокислого алюминия и железа, флокулянты различных типов, а также хлор в жидком или газообразном состоянии, или озон. В системах водоснабжения эти процессы являются наиболее ответственными, т.к. необходимо с большой точностью контролировать дозирование весьма малых оптимальных доз химических реагентов в обрабатываемую воду.

Не менее важной проблемой является качественная очистка сточных вод химическими реагентами. Однако, до настоящего времени на большинстве станций водоочистки на территории Грузии не практикуется использование коагулянтов и отсутствует современная автоматическая аппаратура и системы химического контроля. Поэтому не гарантируется качество очистки воды. Как правило, применяется ручная дозировка химических реагентов и ручные методы химического анализа, в результате чего не могут быть обеспечены заданная технологическим регламентом точность дозировки и непрерывный автоматический контроль. Необходимо отметить, что в мировой практике для процессов реагентной очистки воды не предлагаются простые, точные и надежные приборы.

Выпускаемые некоторыми иностранными фирмами, как например, «Фишер и Портер», «Дегремон», HACH, LANGE и др. приборы, устройства и системы узкоспециального применения для реагентной очистки, как дозаторы и измерители хлора, озона, коагулянтов, построены на таких методах измерения, как метод объемно-пропорционального дозирования, титриметрический, амперометрический, потенциометрический и фотометрический методы, которые заведомо усложняют конструкцию этой аппаратуры, снижают метрологические показатели, увеличивают инерционность и не находят широкого применения.

Систематизация и анализ качественных характеристик ряда природных водных источников показывает, что наиболее частым и резким колебаниям в течении года подтверждены мутность и цветность природной воды, а также рН и щёлочность. По сравнению с этими параметрами колебания солесодержания и удельной электропроводности более плавные и носят, в основном, сезонный характер.

Проведённые нами экспериментальные исследования ряда физико-химических параметров некоторых обрабатываемых коагулянтами вода-источников с разным качественным составом позволили выявить и уточнить характер функциональных зависимостей.

После экспериментальных исследований были изготовлены две опытных образца системы, которые прошли проверку на реальных объектах.

## **Вопросы разработки автоматизированных информационно-измерительных систем контроля качества сточных вод**

Махашвили К. А., Бибилеишвили Д. В., Иашвили Н. Г., Грузинский Технический Университет, Грузия

Автоматизированные системы, как правило, разрабатываются на уровне отдельных предприятий, городов, регионов. В перспективе все эти уровни должны быть увязаны в городские, краевые, государственные и региональные автоматизированные системы контроля окружающей среды.

Разработка автоматизированных систем контроля и управления качеством окружающей среды успешно решается лишь в отдельных регионах мира. Например, согласно геологического обзора США для создания национальной сети контроля рек, в которую входили более 12 000 измерительных станции уровня и качества воды практически всех основных рек всех штатов США, было выделено 94 млн долларов США. В результате функционирует уникальная автоматизированная система по оперативному сбору достоверной информации о количестве и качестве вод рек США с целью оперативного контроля и управления состоянием водных ресурсов.

Как известно уже существуют ряд систем контроля уровня загрязнения объектов окружающей среды и работы над созданием более современных, усовершенствованных вариантов подобных систем продолжают.

В настоящее время в Грузинском техническом университете ведутся работы по созданию автоматизированной системы контроля и мониторинга для г.Тбилиси.

В частности рассматриваются следующие вопросы:

- реализация ControlStation на двух компьютерах;
- разработка программного обеспечения всей системы;
- реализация интернет доступа и интернет распространения, циркулирующего в системе информации и интегрирование с ней географических информационных систем.

При создании таких систем наличие единой методологии и принципов проектирования системы в целом является решающими для успешного достижения поставленной цели.

Возможность обработки измерительной информации методами математической статистики превращает данную систему от информационной в информационно-исследовательской, что позволит многим ученым и специалистам, без дополнительных затрат, с помощью современных математических методов исследовать информацию, предоставленную в системе.

## Прогнозирование медицинских записей карт пациентов с использованием нейронной сети

Пазылова А.Т., Украинский государственный химико-технологический университет,  
Украина

На сегодняшний день все чаще можно заметить внедрение искусственного интеллекта в повседневную жизнь – начиная с Siri, являющейся познавательным агентом, который учится и организует, помогая каждому владельцу смартфонов Apple и заканчивая DeepBlue, обыгравшего Гарри Каспарого в шахматах.

Не обошли вниманием разработчики и сферу медицины - начиная с 1990 года ученые работают над всеми отраслями данной науки, в данном исследовании была рассмотрена важнейшая часть врачебного дела – диагностика заболевания. Подспорьем послужила идея использовать BigData – многолетний набор данных историй болезней, симптомов, анамнезов, действий врачей и результатов лечения. В министерствах здравоохранения США и Европы электронные медицинские записи являются обычным явлением. Этот массив данных постоянно пополняется, представляю собой набор структурированной информации, которую можно и нужно использовать.

При наличии структурированных и, в большинстве случаев, помеченных (есть анамнез, симптомы и верный диагноз) данных, существует два способа исследования. Первый, после нормализации и приведения к общему виду – использовать статистические методы, такие как регрессионный и подобные ему линейные анализы. Второй, на мой взгляд более перспективный – создание нейронной сети для выявления неявных закономерностей между симптомами и диагнозами. Именно второму варианту посвящено мое исследование.

Нейронная сеть была создана с использованием библиотеки Python для машинного обучения – Theano. Выбор типа сети пал на RNN(Recurrentneuralnetwork), так как для построения верного диагноза необходимо учитывать множество взаимосвязанных факторов, которые заключены в некую последовательность. Подготовленная база данных с историями болезней была разбита на две части – 80% для обучения сети и 20% для проверки правильности работы. После успешного обучения результат тестирования модели показал 79% верно помеченных данных, что является достаточно веским аргументом в пользу использования нейронной сети в качестве, как минимум, ассистента для врача диагноста. Если же взять больший объем данных для обучения, более мощную вычислительную технику, то результат-диагноз нейронной сети вполне сможет, по достоверности, конкурировать с результатом-диагнозом эксперта.

## **Проектирование системы управления коэффициентом загрузки технологического оборудования поточной линии**

Пигнастый О.М., Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Украина

Теория управления производством является интенсивно развивающейся областью знаний, развитие которой стимулируется практическими потребностями. Наряду с традиционными методами проектирования систем управления поточными линиями играют значимую роль методы, связанные с применением уравнений в частных производных (PDE-модели). При проектировании систем управления поточными линиями важным шагом является поиск соответствующей модели описания управляемого процесса. Классическая теория оптимального управления широко используется для проектирования динамических систем, эволюция которых задается дифференциальными уравнениями. Развитый аппарат теории оптимального управления может быть успешно применен при построении моделей управляемого производственного процесса для предприятий с массовым выпуском продукции в случае, когда для их описания использованы непрерывные модели. Модель управляемого процесса должна содержать параметры потока изделий и параметры состояния межоперационных заделов как в стационарных режимах, так и в переходных, так как они являются ключевыми для управления производством. Кроме того, модель должна быть способной предоставить решение производственной задачи в течение ограниченного времени при использовании заданных вычислительных ресурсов.

Производственная линия предприятия с поточным методом организации производства – это сложная динамическая распределенная система. В докладе рассматриваются особенности описания производственной линии с использованием уравнений в частных производных. Для описания поведения потоковых параметров производственной линии предлагается использовать двухуровневую PDE-модель поточной линии. Показано, что для многих предприятий с потоковым методом управления производством характерной чертой является то, что технологическое оборудование функционирует с постоянной, усредненной за характерный период времени, производительностью, которая определена паспортными данными оборудования. Увеличение пропускной способности поточной линии или синхронизация технологического оборудования может быть обеспечены за счет двух факторов: а) параллельного использования дополнительного оборудования; б) увеличения коэффициента сменности работы технологического оборудования для заданной технологической операции. Вопросы управления коэффициентом сменности работы технологического оборудования уделяется важное внимание, особенно в тех случаях, когда предприятие функционирует в односменном или двухсменном режиме.

Используя PDE-модель поточной линии, в докладе демонстрируется методика построения оптимального управления потоковыми параметрами производственной линии. В основу оптимального управления потоковыми параметрами производственной линии положен алгоритм изменения коэффициента загрузки технологического оборудования производственной линии. В докладе предложен метод построения оптимального управления параметрами поточной линии через управление коэффициентом загрузки технологического оборудования. При проектировании системы управления поточная линия представлена динамической распределенной системой. Предложенный метод проектирования системы управления потоковыми параметрами производственной линии может быть положен в основу проектирования высокоэффективных систем управления потоковыми параметрами производства для предприятий по изготовлению полупроводниковой продукции, автомобильной отрасли.

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

## **Integrating Attribute-Based Access Control into Ontologies**

Rukhaia Mikheil, Institute of Applied Mathematics, Tbilisi State University, Georgia

Access control is a security technique that specifies which users can access particular resources in a computing environment. Over the years, numerous access control models have been developed to address various aspects of computer security. In this paper, we focus on a modern approach, attribute-based access control (ABAC), which has been proposed in order to overcome limitations of traditional models: discretionary access control (DAC), mandatory access control (MAC) and role-based access control (RBAC). Despite successful practical applications of these traditional models, they have certain disadvantages, which was the reason why new approaches emerged.

The main problem with DAC is that it lacks control over the flow of information: Information is copied from one object to another. MAC solves this problem by classifying subjects and objects with respect to their security levels, granting request by a subject to an object if a relationship between the subject's security level and the object is satisfied. However, once security levels are assigned, they cannot be changed. RBAC is designed to be a more general model than MAC or DAC. There, users are assigned a certain set of roles. The roles, in turn, have permissions assigned to them. A request made by a user is authorized, if the roles assigned to the user contain permissions that allow the request. RBAC has found its applications in many commercial and government sectors. On the downside, practical applications showed that RBAC models require a large number of roles to be defined. Role engineering is also a costly process and causes inefficiencies in computation. Another serious drawback of the RBAC model is that it assigns roles to users statically, which is not quite suitable for a dynamic environment. Once a role is assigned to a user, it becomes very difficult to change the privilege of the user without changing user's role.

Attribute-based access control has been proposed as a highly flexible method for providing access based on the evaluation of attributes (user attributes, resource attributes, environment attribute, etc.). Attributes characterize anything that may be defined and to which a value may be assigned. ABAC generalizes DAC, MAC, and RBAC, and is considered to be more flexible, scalable, and secure in dynamic environments where the number of users is very high, than the DAC, MAC and RBAC models.

The NIST guide to ABAC summarizes ABAC benefits in more details. ABAC avoids the need for explicit authorizations to be directly assigned to individual subjects prior to a request to perform an operation on the object. Therefore, it is particularly suitable for organizations where individuals rotate frequently. No advance knowledge of users is required. Attributes can be defined in different sources and correlated to form a unique identity for an individual. Policies, attributes, and authorizations can be managed centrally for a large enterprise. Moreover, ABAC allows for fine-grained access decisions and accountability to address unique challenges like the insider threat.

The work on integrating access control mechanisms in semantic web technologies is developing into two directions: (1) to use semantic web technologies for modelling and analyzing access control policies and (2) to protect knowledge encoded in an ontology. Typical approach for the second issue is to apply query transformation techniques to filter incoming queries from user according to access policy rules. In this talk we focus on the first issue and investigate how ABAC can be modeled in OWL. In the literature there is a lot of work studying relationship between OWL and RBAC. Switching from RBAC to ABAC is very useful in practice but is non-trivial and opens new challenging problems. In this talk we combine different approaches and using an example illustrate the main concepts how ABAC model can be integrated into ontology languages.

## **Advantages of ASP.NET Framework For Developing Rich Web Applications**

Shkliarova Hanna, PC-EFTPOS, Sydney, Australia

It's hard to imagine a day without Internet in the modern world. So the amount of sites, services and applications used via web is growing every day. ASP.NET is one of the most popular technologies in the IT world nowadays. According to BuiltWith.com ASP.NET share is 37% and it is second most popular framework for websites only behind PHP with 42%.

ASP.NET release short after Internet becomes a global trend and first public release happened at the beginning of 2002.

This framework allows developers to build modern web applications and services. And in the same time ASP.NET is open source and free of charge. The framework is fully integrated in the most popular Integrated Development Environment (IDE) Visual Studio.

The popular websites based on ASP.NET include but not limited to StackOverflow, GoDaddy, Salesforce and most of all Microsoft services and sites.

In the world where web development requires not only sites developments, but also a rich web applications there should be a big variety of technologies to build, deploy and maintains the products. The ASP.NET contains three frameworks to create web applications: Web Forms, ASP.NET MVC (Model-View-Controller), ASP.NET Web Pages.

Web Forms is a fully equipped library of controls to create an HTML markup. This technology allows to create a website with familiar for desktop developers drag-and-drop, event-driven model.

MVC is pattern-based control over single-page applications, which separates user interface and logic. It's preferable to use this technology for dynamic, often changed websites.

Web Pages is the easiest framework which allows to create HTML markup quickly having all code together in one file. Razor syntax have a light and fast solution to create a website with appropriate web standards.

The described three frameworks are fully independent and have one core functionality to settle a web, which makes selection according to developer's knowledge very flexible. This solves the problem of limitation by team knowledge while selecting a technology for website development.

Apart of technologies above the ASP.NET contains the Web API framework, which allows to focus only on HTTP service development. It contains the possibilities to build a RESTful application. This allows software engineer to develop user interface with any front-end technology e.g. Angular, React.

There is a selection between ASP.NET and ASP.NET Core technologies. ASP.NET Core is preferable because of support for cross-platform applications with high performance expectations. The cross-platform development is one of the very important aspects. It separated developers' opinions on once who support it and the others who prefer native applications. There are a lot of discussions in the IT world which path to select. While selecting the technology the main thing to think about is how it solves the task.

ASP.NET Core also enhances the client side development as it integrates with the popular user interface frameworks such as Angular, React and Bootstrap.

ASP.NET is very powerful web development model which contains all services to build high quality web applications of any level of complexity with minimum of coding in one of the most used IDE. The application can be written in any compatible with common language runtime (CLR) language. This makes it even easier and preferable from site to site.



## **Anomaly Prediction in Cloud Transport System**

Tsyppkin Mykhailo, Tsyppkina Kateryna, Germany

The transportation systems around which the modern world has been built are on the verge of a significant transformation. Intelligent transportation systems are making driving and traffic management better and safer for everyone. Currently most traffic systems are built on spoke-hub distribution paradigm which is a form of transport topology optimization in which traffic routes are organized as a series of 'spokes' that connect outlying points to a central 'hub'. Simple forms of this distribution/connection model may be contrasted with point-to-point transit systems in which each point has a direct route to every other point, and which was the principal method of transporting passengers and freight until the 1970s.

Cloud Transport System is based on shared transport infrastructure and modes instead of being owned by a single operator. It consists from three types of elements: computing centers, data storages and data gathering points. Each participant of the traffic should be a data gathering point and collect data about the environment and current traffic situation and then send this data to the data storage.

Anomaly prediction in such system could have a significant impact to the overall process by providing a possibility for the system to timely react on the changing environment and make an optimal decision of traffic reorganization. The main focus here is made on traffic data which was already collected and could be used to predict consequences of the certain events. Also it is very important to consider that transport system does not exist by itself but it's highly influenced by the society trends and behavior.

First type of anomaly is an accident. Although one of the main points of such system is to significantly decrease amount of car accidents it's not possible to avoid them at all. This type of anomalies is especially dangerous because it's almost impossible to predict and prepare. That's why because of few unlucky accidents the half of the city could stick in an endless traffic jam. One of the ways how to deal with such problem is find in the stored data the places which are especially dangerous for certain amount of vehicle types and try to find the ways how to avoid guiding this vehicle types through the dangerous places. On the other hand for each place which is considered to be highly intensive, the system should provide pre-designed workaround routes which would allow to lead the traffic from the blocked street to any other bypassing route.

Another type of anomaly is caused by society behavior. The most common example of it is a traffic jams before and after working hours. It's when a lot of people at the same time are moving in the certain direction it could be downtown at the morning where usually all the offices are located or vice-verse at the evening when people are tend to move in the direction of city suburbs. Although it is obvious how to predict such situations from the given example it is more challenging to predict such events like supermarkets sales, football game or for example when a lot of people are trying to reach nearest lake during the hot weather. To predict such situation all the gathered data in the data lake should be analyzed while taking into account local news and weather forecasts. By other words the system should detect anomalies in the previous data and try to match them with certain events that happened in nearest location to be aware of consequences of such events in the future. After the training the system will have a possibility to use information from all the sources to prepare for some unusual behavior beforehand.

The Cloud Transport System will be able to provide users with safer and more efficient plan services according to a multi-modal transport connectivity, under spoke-hub public transport networks. But we should remember that any system is flawless and we can not predefine all possible scenarios beforehand. That's why it's very important to provide some algorithm to analyze previous malfunctions to be ready for upcoming once.

## **How did we help the Danish travel agency to increase conversions by 10%**

ui42@spol.s r.o. ui42.com, Slovakia

Nowadays, we live in a world of endless possibilities, am I right? It has never been easier to create own website, blog or shop. By doing a few clicks and double-clicks, we can start our online presence. However, the challenge comes when our creatures need to be dynamic and up to date - simply live. Doesn't it? Our clients are proof of this statement when they ask for advices how to: Build up a competitive and successful project? Increase conversions? Multiply profit?

Take an inspiration from us and have a look on our steps we took in order to strengthen our clients conversions. Conversions of the Danish travel agency – Risskov Bilferie. Numbers count! First of all, as you might know, the most important thing when doing a project is to provide analysis. It helped us with an insight into the problem area. In practice, it's not just about checking Google Analytics, but also having a better understanding of a local market, the team we are going to work with as well as their internal work processes and habits. This is the reason why did we decide to make a trip to Denmark. And to be honest? Priceless experience! Not only that we got to know different culture and their work concept, but on the other side we find out very soon that marketing and logistics department was their achilles heel. We were able to get an overview about company's target group and their behavior on the website, based on data we obtained. Risskov – Bilferie has mature clients (40+), who don't like changes. Therefore, we came up with more traditional design and traditional communication in terms of newsletter. It was sent a while before launching new website as well as the day of the official launch. And the day „D“, when the website became active and online was the day that went above expectations. Conversions were boosted by 200% in the first two weeks. Afterwards, they got stabilized at +10% and average Session Duration increased threefold. Those outcomes make us happy, especially when we help our client out with finding a solution for his problem.

Small bonus for you: Tips and tricks for improving your conversions: Less is more. Several psychological and behavioral economists agreed, that endless possibilities, mentioning in the beginning of this article, brought us hesitancy which leads to abandoning the shopping funnel and not making any purchase. But sometimes, the only thing your customers need is, is to be led. You have to benefit one product which is better and profitable more than the others to show its advantages which looks better than long list of identical products.

Think twice when it comes to dropdown boxes. Most of the users choose the same items when using filter for finding a hotel. Those users need a family room, half board, internet, etc. Don't hide these items into the dropdown box, but show them up at their first sight instead. Finding results immediately is what saves customer's time and in the end the money. This is one of the critical success factors among your competition.

It is enough to show first 2-3 lines of the most clickable items on the responsive web version. What are the most clickable items? Take a look into Google Analytics and identify them. Build credibility. Let the word of mouth to be put at your site and let your satisfied customer write a review on your site. Show your potential customers that the existing ones were happy about your product or service provided.

Show the advantages. As soon as the customers come to the end of the buying process, cheer them up for doing a great thing when they decided to make purchase at your site. Did they save up on the order? Show it. Did they get any special promotion? Show it. Any kind of advantage they receive would make them sure they made a good decision when choosing your product or service instead of the competitor's and would repeat it in the future again.

## **Ecological attitude and systemic solutions in municipal waste management as exemplified by Poland and Ukraine**

Yuliia Bulhakova, Poznań University of Economics and Business, Poland

Countries around the world are paying increasingly more attention to creating effective systems of municipal waste management in the context of sustainability. Based on statistical data and other sources of background information, it can be determined that many societies around the world still lack the awareness of how necessary it is to develop transparent waste management programmes as well as political initiatives that would effectively fill existing systemic gaps.

The two countries in question were selected due to their cultural similarities, the previous research experience of the authors, and the lack of comparative literature. A critical literature review has not revealed a single article focused on the study of waste management systems of Poland and Ukraine in relation to the ecological profiles of the countries' inhabitants. Due to the fact that the proposed research study has not been an object of prior academic considerations, the results may consist a valuable contribution into the management studies theory.

Until now, authors have mostly focused on the preservative aspects regarding the level of awareness and practice in waste management. What is lacking are complex studies which would illustrate the links between these aspects and the development of systemic logistic solutions in waste management, including the formation of particular elements of the supply chain.

Consequently, this paper is intended as a conceptual study which takes into account all the aforementioned issues and is based on a holistic approach. What follows, it is necessary to research waste management strategies within the supply chain and analyse their impact on the consumer behaviour within the discussed framework.

Taking into account all of the above, the following research questions were formulated:

- is there a difference in ecological attitudes in Poland and Ukraine depending on the system of waste management?
- which factors have a substantial influence on consumer behaviour regarding waste management?
- could the selected systemic formulas implemented in other countries be applied in the cases of Poland and Ukraine, or should the waste management solutions for the two countries be based mostly on dedicated projects?

The purpose of this study is the assessment of waste management systems in Poland and Ukraine in relation to the ecological attitudes of Poles and Ukrainians regarding municipal waste management in order to identify existing similarities and discrepancies. The specific objectives of the study were defined as follows:

1. To assess the awareness and application levels among consumers in Poland and Ukraine regarding waste management.
2. To identify the factors with substantial influence on consumer behaviour regarding waste redistribution.
3. To develop flow charts for waste management taking into account linear and nodal infrastructure in Poland and Ukraine and to indicate existing similarities and discrepancies between them.
4. To identify bottlenecks in the flow and storage of waste.
5. To assess the possibility of implementing selected systemic solutions from other countries in Poland and Ukraine.
6. To showcase proposals for system optimisation which would support waste flow in the lower links of the supply chain.

The subject matter of the study is the management of waste produced by households and its flow within the logistics system.

## **Проектування та дослідження моделі двоспрямованого перетворювача струму**

Бакум Д. С., Дмитрієва І. С., Національна металургійна академія України, Україна

Одним з найбільш перспективних напрямків підвищення енергетичної ефективності локальних систем електропостачання є використання відновлюваних джерел енергії та оптимізація режимів роботи основного енергетичного обладнання. Так як для споживачів електроенергії децентралізованих зон необхідний гарантоване джерело живлення, найбільш перспективним варіантом побудови автономних систем представляються вітрові, вітро-дизельні і вітро-фото-дизельні енергетичні установки.

Головним недоліком вітроустановки є відсутність швидкості вітру, необхідної для нормальної роботи. У таких ситуаціях потужність, що віддається споживачу, може значно знижуватися. Для компенсації подібних недоліків в систему додаються дизель-генератори, завдяки яким віддається потужність підтримується на рівні, необхідному споживачеві.

Можливі ситуації коли включення дизель-генератора відбувається не відразу, тобто утворюється певний інтервал часу, протягом якого вся система практично не працює. Щоб позбутися від цієї проблеми в подібні енергетичні установки встановлюють блоки акумуляторних батарей і перетворювачі струму. У штатному режимі роботи блок акумуляторних батарей заряджається, щоб в майбутньому, при виникненні будь-яких аварійних ситуацій, віддати накопичений заряд і підтримати роботу енергетичної установки до моменту включення дизель-генератора.

Двохнаправлений перетворювач струму (ДНПС) призначений для перетворення постійного струму в змінний з протіканням енергії в одному з двох зазначених напрямків відповідно до внутрішнього керуючого сигналу: від ланки постійного струму до ланки змінного струму (розряд \ генерація) і від ланки змінного струму до ланки постійного струму.

ДНПС на стороні змінного струму призначений для роботи в режимі відомого або ведучого інвертора в залежності від керуючого сигналу.

ДНПС застосовується для:

- живлення автономної мережі в режимі ведучого інвертора (в циклічному режимі заряд \ розряд);
- живлення автономної мережі в режимі відомого інвертора для стабілізації напруги автономної мережі (при осіданні напруги ДНПС підкачує потужність в автономну мережу, при перенапруженні споживає потужність з автономної мережі);
- стабілізація напруга при роботі в централізованій мережі;
- забезпечення безперебійним живленням споживачів електричного струму (при наявності мережі працює як стабілізатор, а при відсутності мережі переходить в режим ведучого інвертора).

Дана робота присвячена розробці двонаправленого перетворювача струму, який необхідний для стабілізації напруги на навантаженні і для зарядки блоку акумуляторних батарей. В результаті виконання роботи необхідно змоделювати роботу системи, що складається з дизель-генератора, акумуляторної батареї і двонаправленого перетворювача струму.

Дизель-генератор створює трифазну напругу мережі 380В (50 Гц). При наявності надлишкової потужності на навантаженні, двонаправлений перетворювач струму (ДНПС) починає заряджати АКБ до досягнення рівня заряду 90% (після 90% відбувається скидання надлишкового струму на резистор). При неможливості дизель-генератора забезпечити необхідну потужність на навантаженні ДНПС починає віддавати потужність на навантаження в режимі відомого, використовуючи заряд АКБ. При вимкненому генераторі ДНПС повністю забезпечує потужність на навантаженні в режимі ведучого, після включення генератора ДНПС переходить в режим ведомого.

## Технологія розробки програмного забезпечення інтерфейсу веб-служб на основі мікросервісної архітектури

Білецький А. С., Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара, Україна

Сучасні інформаційні та комунікаційні системи широко використовують web-технології для реалізації різноманітних прикладних задач. Для розробки таких систем важливим питанням є вибір архітектури програмного забезпечення – певних принципів організації, проектування та розробки програмних систем. В галузі сучасного web-програмування швидкими темпами набирає популярності концепція мікросервісної архітектури. Вона полягає у взаємодії невеликих, слабо зв'язаних та легко змінюваних модулів – мікросервісів, кожен з яких працює у своєму власному процесі та комунікує з рештою при використанні легковагових механізмів.

Проблематикою такого підходу є відсутність стандартів щодо формату обміну повідомлень між мікросервісами. Зазвичай взаємодія відбувається по протоколу HTTP із використанням форматів JSON та XML, що змушує розробників програмного забезпечення самим обирати структуру повідомлень. Це викликає неоднозначність точок зору щодо ефективного формату комунікації між мікросервісами.

Мікросервіси в свою чергу представляють собою розподілену мережу. Для таких систем існують свої засоби комунікації, серед них можна виділити SOAP та REST. Стандартизований протокол (SOAP) для обміну даними через формат XML не належним чином представляє концепцію мікросервісної архітектури через великий об'єм даних в повідомленні, що сповільнює швидкість комунікації між мікросервісами. REST не є протоколом, а представляє собою архітектурний стиль при проектуванні розподілених систем з набором певних правил та обмежень. Типовий REST-сервіс повинен мати набір ресурсів, до яких можна отримати доступ через HTTP (запит типу GET), створити, модифікувати та видалити їх (запити типів POST, PATCH, DELETE). Наведена комунікація між мікросервісами добре зарекомендувала себе при роботі із незалежними один від одного ресурсів.

Але ситуація для клієнта може ускладнюватися у зв'язку з необхідністю отримання від сервера декількох зв'язаних між собою ресурсів та опису цих зв'язків у відповідному форматі. Крім того, мікросервіси взаємодіють між собою і є відносно незалежними одиницями, тому кожен із них має надавати гнучкий інтерфейс для його клієнтів.

Під гнучким інтерфейсом можна розуміти можливість клієнта описувати такі операції до серверу:

- надання конкретного ресурсу;
- надання колекції ресурсів з можливістю фільтрації, сортування, посторінкового вилучення ресурсів (операція вибірки реляційної алгебри);
- надання ресурсу разом із зв'язаними ресурсами (операція з'єднання реляційної алгебри);
- надання окремих атрибутів ресурсу (операція проекції реляційної алгебри);
- створення ресурсу та зв'язків між ресурсами;
- модифікація ресурсу та відповідних зв'язків між ресурсами;
- видалення ресурсу та відповідних зв'язків між ресурсами.

Технологія по наданню такого інтерфейсу мікросервісом дозволить значно спростити процес проектування та розробки мікросервісних систем. Її впровадження полегшить додання нових модулів у мережу, так як не виникає необхідності у модифікації модулів, від яких залежить доданий, завдяки гнучкому інтерфейсу. До переваг також можна віднести високий рівень незалежності модулів, простота заміни однієї реалізації сервісу іншою та еластичність.

## **Процедури інтелектуальної інформаційної технології формування багатогрупних составів**

Білий Б. Б., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В Лазаряна, Україна

Застосування інтелектуальних інформаційних технологій являється одним із пріоритетних напрямів сучасних автоматизованих систем управління залізничного транспорту України. Одним із важливих завдань автоматизації являється удосконалення процесів поїздоутворення, в тому числі формування багатогрупних составів. Для цього розроблені ефективні методи розрахунку та оптимізації багатогрупних составів, які враховують комбінаторний характер завдань цих процесів; алгоритми методів планування програмно реалізовані. Разом з тим аналіз показав певні обмеження методів: кожне завдання розглядається як нове, не враховуються раніше створені варіанти планування, відсутні зв'язки між окремими групами завдань, а також оцінки евристичних складових алгоритмів перебору.

У доповіді обговорюються питання щодо підвищення ефективності процесів поїздоутворення на залізничних сортувальних станціях. Об'єктом аналізу являються процеси формування багатогрупних залізничних составів.

Проведені дослідження показали що для підвищення швидкості пошуку варіантів формування багатогрупних составів можливо розробити систему, яка буде зберігати усі розраховані варіанти формування. Для цього було вирішено створити шаблон формування составу. Шаблон формування составу складається з таких частин: 1. Состав з перенумерованими вагонами, для певної мети формування. 2. Розділення вагонів на групи та спрощення схем груп. 3. Список етапів формування, в якому вказується розмір відчепа та колія для переміщення. Для створення інтелектуальної системи потрібно розробити такі алгоритми: порівняння схем груп составів із шаблону формування составу, оцінка схожості схем груп составу, перевірка можливості доформування схем груп составу.

Результатами дослідження є формалізація поняття шаблону формування багатогрупного составу, процедура перевірки можливості доформування составу та вплив доформування на кількість перестановок і часові характеристики. Досліджено різні варіанти входження шаблонів у структури груп составів. Для існуючих систем формування варіанти входження шаблонів у структури груп составів є новим завданням. Створення бази знань шаблонів, дозволяє розглядати завдання формування як пошук шаблону з можливістю доформування, а не як завдання з повного перебору. Встановлено що плани, отримані на основі шаблонів бази знань відрізняються від реалізації за перебором у незначній мірі. Встановлено можливість формування составу з декількох шаблонів. При цьому виявлено, що такі процедури забезпечують зменшення часу формування.

## **Інформаційна система прогнозування рівня забруднення атмосферного повітря і параметрів мікроклімату в робочих зонах**

Біляєв М. М., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Русакова Т. І. Дніпровський національний університет імені О. Гончара, Україна

Мікроклімат міста, кварталу, вулиці, парку впливає на організм, самопочуття і здоров'я людини. Стан здоров'я людини, як відомо, є опосередкованим показником стану навколишнього середовища, найбільшої шкоди її здоров'ю завдає забруднення атмосферного повітря. У зв'язку з цим, хвороби органів дихання мають найбільшу питому вагу в усіх країнах світу. Мікроклімат міста характеризується ускладненням циркуляції повітря, навіть якщо вулиці міста сплановані за напрямком пануючих вітрів.

Автомобільний транспорт більш за все забруднює повітря міст. При стійкій стратифікації атмосфери, особливо при інверсіях температури, дим та пил може накопичуватися в приземному шарі атмосфери в такій кількості, що негативно впливає на стан здоров'я людини. Забудова, розташування доріг та будівель, параметри атмосферного повітря – чинники, що сприяють зміні мікроклімату міста. В межах існуючої ринкової економіки, спостерігається зростання «тимчасових споруд», а саме споруд торгового, побутового, соціально-культурного чи іншого призначення для підприємницької діяльності. Більшість з них розміщується вздовж міських автомагістралей, на зупинках, де здійснюється торгівля тими чи тими видами товарів. Робота на вулиці поблизу дороги є несприятливою для людини, адже надходження шкідливих викидів автотранспорту, наявність значної швидкості вітру негативно впливає на організм, самопочуття і здоров'я працівників.

Важливим є прогнозування параметрів мікроклімату, моделювання умов комфорту для робітників, що знаходяться в межах розташування «тимчасової споруди», дослідження впливу бар'єру та піддашку самої споруди на рівень швидкості вітру та концентрації забруднення.

В роботі створено математичну модель в масштабі microscale для прогнозування параметрів мікроклімату в робочій зоні, що знаходиться безпосередньо поблизу автомагістралі при наявності «тимчасової споруди» та при її відсутності. Розроблено інформаційну систему для визначення поля швидкості повітряного потоку в зоні знаходження робітника з урахуванням розташування виносного місця торгівлі, «тимчасової споруди» без піддашку та з піддашком на основі рівняння Нав'є-Стокса. Для прогнозування рівня концентрації в мікрзоні використано двомірне рівняння переносу домішки в атмосферному повітрі. Числове інтегрування рівняння гідродинаміки та масопереносу виконано за допомогою неявних різницевих схем. Розглянуто три варіанти розташування місця торгівлі в зоні впливу автомагістралі: перший варіант – продавець виконує торгівлю виносним товаром без наявності «тимчасової споруди»; другий варіант – продавець виконує торгівлю виносним товаром біля «тимчасової споруди», що не має піддашку; третій варіант – продавець виконує торгівлю виносним товаром біля «тимчасової споруди», що має піддашок. Проведено аналіз зміни рівня швидкості повітряного потоку та концентрації забруднювача на рівні розташування голови працівника (локально) в залежності від варіанту розташування місця торгівлі. Проаналізовано результати розрахунків та зроблено висновки: наявність «тимчасової споруди» зменшує швидкість у 2 рази і концентрацію в 1,5 рази, наявність піддашку зменшує швидкість у 5 разів і концентрацію в 1,75 рази, відносно ситуації, коли піддашок відсутній. Виявлено, що піддашок впливає на зміну концентрації забруднювача, але відіграє значну роль для зменшення швидкості повітряного потоку, забезпечуючи комфортні умови мікроклімату в робочій зоні. Тривале або систематичне перебування в такій робочій зоні не впливає на стан здоров'я працівника і може забезпечувати його високу працездатність і комфорт перебування в робочій зоні.

## Аналіз сучасних розробок в області прогнозування часових рядів з використанням прихованих моделей Маркова

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

Сьогодні теорію прихованих моделей Маркова (ПММ) широко застосовують у розпізнаванні мови, біоінформатиці, обробці аудіо та відео сигналів. У порівнянні з іншими моделями вони мають ряд переваг: їх легко будувати на експериментальних даних; вони не потребують розуміння внутрішніх механізмів динаміки змін системи; їх застосування не потребує великих витрат машинного часу. Останнім часом зростає інтерес до використання цих моделей в аналізі та прогнозуванні фінансових часових рядів. Це пов'язано з тим, що марківські моделі базуються на ймовірності подій, що дозволяє враховувати нестационарність та нелінійність, притаманну фондовим ринкам.

Прихована марківська модель (ПММ) представляє сукупність множини станів системи,  $S$ , множини можливих подій,  $W$ , вектору початкових ймовірностей,  $Π$ , матриці переходів,  $A$ , та матриці ймовірностей спостереження події після переходу до певного стану,  $B$ . У процесі використання марківських моделей у прогнозуванні постають три основні задачі:

1) Нехай задана спостережувана послідовність і прихована марківська модель. Необхідно обчислити ймовірність конкретної послідовності подій для заданої моделі.

2) Нехай задана спостережувана послідовність і прихована марківська модель. Необхідно підібрати таку послідовність станів системи, що найкраще «пояснює» спостережувану послідовність.

3) Третя задача полягає в тому, щоб підібрати параметри моделі так, щоб максимізувати значення функції правдоподібності спостереження певних подій для заданої моделі.

Алгоритм прогнозування часових рядів з використанням ПММ складається з таких основних кроків: сформулювати навчальну послідовність; задати початкові значення для матриць  $A$  та  $B$  і вектору  $Π$  випадковим чином або з урахуванням певної апостеріорної інформації; виконати тренування ПММ за допомогою алгоритму Баума-Велша; знайти найбільш вірогідний стан системи з використанням алгоритму Вітербі; видати найбільш ймовірну подію для отриманого на попередньому кроці стану у якості прогнозу.

Одними з перших дослідження в області прогнозування часових рядів за допомогою прихованих моделей Маркова почали австралійські науковці Р. Хассан та Б. Нес. Вони досліджували використання ПММ для прогнозування цін на акції міжнародних авіакомпаній. Сьогодні багато науковців з різних країн працюють над покращенням класичного методу. Китайський дослідник Зенг у роботі запропонував використовувати експоненційно зважений алгоритм EM для навчання марківської моделі. Ідея цього алгоритму заснована на введенні нового параметра, який залежить від часу та враховує старіння інформації. Італійські дослідники з університету Сасарі М. Біцего та Е. Гроссо запропонували прогнозувати не конкретне значення показника, а знак майбутнього тренду: зростання, спадання показника, або ніяких істотних змін. Для цього вчені використовували не одну неперервну ПММ, а дві дискретні ПММ.

Результати експериментів показують, що приховані моделі Маркова мають високий потенціал у прогнозуванні, проте сьогодні існує широке відкритих питань в цій галузі, таких як проблема вибору оптимального розміру тренувального набору та питання розрахунку вірогідності кожного з можливих прогнозів. Важливою задачею також є вибір функцій розподілу для обчислення значень емісійної матриці  $B$  у неперервному випадку. У багатьох роботах дослідники роблять припущення, що має місце нормальний розподіл. Насправді ж таке твердження є сумнівним, тому що існує велика кількість рядів, коливання яких не дотримуються нормального закону.



## **Програмна реалізація та дослідження ефективності алгоритмів пошуку найкоротших шляхів на графах**

Журба А. О., Лисенко О. Ю., Національна металургійна академія України, Україна

Алгоритми складають основу комп'ютерних наук: вони є основними об'єктами вивчення в багатьох її областях. Більшість алгоритмів стосуються методів організації даних, що беруть участь в обчисленнях. Створені таким чином об'єкти - структури даних - є центральними об'єктами вивчення в комп'ютерних науках.

Причина вивчення алгоритмів полягає в тому, що це дозволяє забезпечити величезну економію ресурсів. Ретельна розробка алгоритму - виключно ефективна частина процесу виконання складного завдання в будь-якій області застосування.

При розробці дуже великої або складної комп'ютерної програми значні зусилля витрачаються на з'ясування і визначення завдання, яке повинно бути вирішено, усвідомлення його складності і розбиття його на менш складні підзадачі, вирішення яких можна легко реалізувати.

Аналіз - це ключ до розуміння алгоритмів в ступені, достатньому для їх ефективного застосування при вирішенні практичних завдань.

Програмування містить цілий ряд важливих внутрішніх завдань. Алгоритми пошуку шляхів на графах, мають важливе значення. Теорія графів знаходить застосування, наприклад, в геоінформаційних, транспортних системах. Існуючі або запроектовані будинки, споруди, квартали тощо розглядаються як вершини, а з'єднують їхні дороги, інженерні мережі, лінії електропередачі тощо — як ребра. Застосування різних обчислень, вироблених на такому графі, дозволяє, наприклад, знайти найкоротший об'їзний шлях або найближчий продуктовий магазин, спланувати оптимальний маршрут. Основними вимогами до ефективності алгоритмів пошуку є ефективність за часом та економне використання пам'яті.

В рамках роботи програмно реалізовано пошук вшир, при якому проводиться дослідження вершин в залежності від їх віддалення від початкової точки. При пошуку вшир використовується черга FIFO (first in - first out) - першим прийшов, першим обслужений.

В основі реалізації пошуку вшир лежить підтримка черги всіх ребер, які з'єднують відвідані вершини з тими, що не відвідані. Для початкової вершини поміщають в чергу фіктивну петлю, після чого виконуються наступні дії до тих пір, поки черга не спорожніє: обирається ребра з черги до тих пір, поки не буде знайдено таке ребро, яке веде на невідвідану вершину; переглядають цю вершину; поставити в чергу всі ребра, що виходять з цієї вершини в вершини, які ще не були відвідані.

Пошук в ширину можна порівняти з дослідженням, проведеним групою людей, що розсипалися віялом у всіх напрямках.

У процесі пошуку в ширину вершини надходять в чергу FIFO і залишають її в порядку, визначеному їх відстанню від вихідної вершини. Тому легко відстежувати довжину шляхів від однієї вершини до іншої.

В ході емпіричного дослідження алгоритму були виявлені залежності часу роботи алгоритму від кількості вершин та ребер у графі. Також було проаналізовано, як впливає представлення графу на ефективність роботи алгоритму. Була досліджена ефективність роботи при представленні графа у вигляді матриці суміжності та у вигляді списку суміжних вершин.

В результаті досліджень пошук вшир відвідує всі вершини і ребра графа за час, пропорційний  $V^2$ , в разі подання графа у вигляді матриці суміжності, і за час, пропорційний  $V + E$ , в разі подання графа у вигляді списків суміжних вершин.

## Концептуальне та онтологічне моделювання залізничного транспорту

Жучий Л. І., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Згідно даних міністерства інфраструктури України одним із напрямків діяльності Укрзалізниці є інформатизація перевезень в міжнародному сполученні що включає взаємодію з міжнародними інформаційними системами, що є інтеоперабельністю за визначенням. Інтеоперабельності приділяють значну увагу такі організації як Міжнародний союз залізниць (відповідно до його уставу) та Євросоюз (відповідно до директиви 2008/57/ЄС) шляхом запровадження будь-яких необхідних заходів у сфері технічної стандартизації.

Так міжнародним союзом залізниць було розроблено RailTopoModel® (RTM) логічну об'єктну модель для стандартизації представлення даних, пов'язаних із залізничною інфраструктурою, railML - the Railway Mark-Up Language - формат обміну даними з відкритим вихідним кодом а разом, міжнародний залізничний стандарт IRS 30100.

Євросоюз в свою чергу профінансував проект 'Intelligent integration of railway systems' (Integrail). Програми, реалізовані відповідно до таких правил, можуть легко отримувати, розробляти та обмінюватися інформацією, коли це необхідно. Це стало можливим завдяки використанню спільної мови, яка дозволяє уникнути неоднозначності і може автоматично оброблятися.

RailTopoModel абстрагує основні, необхідні поняття у вигляді діаграми класу UML2.0 і базується на теорії графів. Залізниця представлена на рівні колій, з "вузлами", що є стрілочними переводами, і "ребрами" що є ділянками колії. Представлення моделі в UML складається з чотирьох пакетів: базового, топології, системи позиціонування та мережевих об'єктів. UIC RailTopoModel базується на наступних концепціях: заохочення співпраці між зацікавленими сторонами; запобігання утруднених повторюваних розробок інформаційних технологій; покращення сумісності шляхом скорочення дублювання та надмірності.

RailML розроблена відповідно до правил та структури XML (Extensible Markup Language) і опублікована у вигляді серії XML-схем, що містять підсхеми, які охоплюють певну частину залізниць: загальні поняття та об'єкти, розклад, рухомий склад, інфраструктура (на макро- та мікро-рівні), блокування. Використовується ієрархічна форма. Корневий елемент є батьком всіх інших елементів. У всіх елементів можуть бути суб-елементи. Суб'єкти повинні бути парами і правильно вкладені в межах їх батьківського елемента. Всі елементи можуть мати атрибути для більш детального опису. У випадку railML корневий елемент називається <railml> і містить три суб-елементи <infrastructure>, <rolli?gstock> і <timetable>. Крім того на основі ієрархічної підсхеми інфраструктури, використовуючи мову опису онтології OWL, було виконане моделювання онтологія із зчепленими даними.

InteGRail розробив протокольну мову стандартну, орієнтовану на онтологію та якість обслуговування. InteGRail випустив залізничну онтологію, що забезпечує засоби створення інтерпретованої машиною концептуальної моделі фізичних компонентів та концепцій даних залізниць. Модель була створена за допомогою веб-онтологічної мови (OWL). Рішення реалізує семантично увімкнуту мережу міркувальних вузлів, де інформація інтегрована та обмінюється за допомогою RDO та розподілених міркувань за сервіс-орієнтованою архітектурою (SOA).

Онтології OWL використані для обробки природно-мовних текстів. Застосовуючи онтології як представлення знань, пов'язаних із залізницями, виражено узгодженість інфраструктурних елементів. Онтологічний стандарт повсякмісно використовується для обміну даними між інформаційними системами, що дозволяє досягти інтеоперабельність залізничних систем.

## Модель структурованої задачі

Зіноватна С. Л., Куцос Д. М., Одеський національний політехнічний університет, Україна

Управління проектами – це вид управлінської діяльності, застосований до управління будь-якими об'єктами. Одним із ключових принципів управління проектами, які підвищують імовірність успішного виконання проекту, є необхідність розбити проект на більш дрібні задачі.

Для формалізації вирішення проблеми автоматизації управління проектами можна описати проект у вигляді множини  $P$ , елементами якої є кортежі наступного виду:  $p_j = \langle A_j, T_j \rangle, p_j \in P$ , де  $A_j$  – список атрибутів проекту;  $T_j$  – множина задач проекту.  $A_j$  включає наступні атрибути: ідентифікатор проекту  $id_j$ ; назва проекту  $NameP_j$ ; множина дат  $D_j$  (дата запланованого початку проекту  $Dstart_j$ , дата запланованого завершення проекту  $Dend_j$ , дата фактичного початку проекту  $Dstartfact_j$ , дата фактичного завершення проекту  $Dendfact_j$ ); команда виконавців проекту  $C_{pj}$ ; статус  $St_j$  – визначає стан проекту;  $Er_j$  – учасник, відповідальний за проект.

Елементами множини  $T_j$  є кортежі наступного виду:  $t_i = \langle At_i, Et_i, ST_i, tp_i \rangle$ , де  $At_i$  – список атрибутів задачі;  $Et_i$  – множина учасників для виконання задачі;  $ST_i$  – множина підзадач задачі;  $tp_i$  – задача-батько вищестоящого рівня.  $At_i$  включає наступні атрибути: ідентифікатор задачі  $idt_i$ ; ідентифікатор проекту, до якого відноситься задача,  $id_{ji}$ ; назва задачі  $Name_i$ ; множина дат  $Dt_i$  ( $Dstart_i, Dtend_i, Dstartfact_i, Dtendfact_i$ ); множина задач  $T_{previ}$ , до завершення яких неможливо почати виконання  $i$ -ї задачі; множина задач  $T_{nexti}$ , які можуть почати виконуватися тільки після завершення  $i$ -ї задачі; статус  $St_i$  – визначає стан задачі;  $Etr_i$  – виконавець, відповідальний за задачу.

Елементами множини  $Et_i$  є кортежі наступного виду:  $et_i = \langle e, r \rangle$ , де  $e$  – учасник команди  $C_{pj}$ ;  $r$  – роль учасника при виконанні задачі,  $r \in R$ , де  $R$  – множина ролей, зафіксованих у базі даних (БД) системи. Елементами множини  $ST_i$  є підзадачі, які є структурними елементами задачі,  $ST_i \in T_j$ .

Подібна організація надає можливість необмеженого числа рівнів вкладеності. Тобто кожна задача може містити підзадачі, і підзадача може у свою чергу також містити власні підзадачі.

Для коректного відображення елементів предметної області встановлені наступні обмеження:  $C_{pj} \in C$ , де  $C$  – множина всіх можливих команд, зафіксованих у БД системи;  $ER_j \in E$ , де  $E$  – множина всіх можливих учасників, зафіксованих у БД;  $tp_i = 0$ , якщо задача не є підзадачею іншої задачі;  $Etr \in C_p$ ;  $Dstart_i \geq \max(Dstart(T_k))$ , для  $\forall T_k \in MST_i$ , де  $MST_i$  – множина задач-нащадків всіх нижчестоящих рівнів, якщо  $|ST_i| > 0$ ;  $Dtend_i \leq \min(Dtend(T_k))$ , для  $\forall T_k \in TP_i$ , де  $TP_i$  – множина задач-батьків всіх вищестоящих рівнів, якщо  $tp_i \neq 0$ ;  $Dtstart_i \geq \max(Dtend(T_k))$ , для  $\forall T_k \in T_{previ}$ , якщо  $|T_{previ}| > 0$ ;  $Dtend_i \leq \min(Dtstart(T_k))$ , для  $\forall T_k \in T_{nexti}$ , якщо  $|T_{nexti}| > 0$ .  $ST_i$  складається із всіх таких задач, у яких  $tp_k = idt_i$ .  $T_{nexti}$  складається із всіх таких задач, у яких  $id_i \in T_{prevk}$ . Таким чином, вхідними даними є  $T_{previ}$  і  $tp_i$ , а  $ST_i$ ,  $MST_i$  і  $T_{nexti}$  формуються автоматично за допомогою спеціальних процедур.

На основі моделі розроблена структура БД, а також запити для одержання статистичної інформації із проектів, командам й учасникам.

Науково-практична цінність використання описаної моделі при розробці програмного продукту полягає в тому, що автоматизовано розподіл задач із довільним рівнем вкладеності підзадач усередині команди з розподілом ролей й одержанням статистики по колективній й індивідуальній результативності.

## Дослідження і аналіз предметних конструктивних моделей

Ільман В. М., Скалозуб В. В., Івченко Ю. М., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. Лазаряна В. А., Україна

Для формування та дослідження інтелектуальних і інших прикладних систем, як правило, використовується апарат класичного математичного моделювання. Однак, відомо, що класичні підходи до моделювання предметних областей не зовсім виправдані, а у деяких випадках потребують використання зовсім не «математичних» складових моделей, наприклад, механізмів виконання операцій, різноманітних дій і іншого. Тому починаючи з 2004 року на кафедрі «Комп'ютерні інформаційні технології» університету виконується дослідження з розробки апарату конструктивного моделювання прикладних систем. З цього часу матеріали досліджень використані у двох дисертаціях (докторській та кандидатській), у двох науково-методичних посібниках та монографії і розвинені більше як у десяти наукових публікаціях в провідних науково-метричних журналах.

В результаті виконаних досліджень, з'ясувалося, що важливою рисою у конструктивному підході є етап занурення моделі у предметну область. Вирішення цих та інших питань розглянуто в запропонованій конструктивній моделі [Ільман, Скалозуб, Шинкаренко, 2009], яка в подальшому розглянута і вдосконалена при розгляді прикладних питань формальних граматики [Шинкаренко, Ільман, 2009], транспортних систем [Скалозуб, Ільман, 2013], програмуванні [Шинкаренко, Забула, 2016], онтологічних системах [Скалозуб, Ільман, Шинкаренко, 2017, 2018].

Аналіз розглянутих предметних конструктивних моделей (ПКМ) вказує, що запропонована модель є універсальною відносно її застосування до предметних областей. Зокрема показано, що її частковими випадками є алгенбраїчна модель, модель автомату, алгоритмічна модель та інші. Показана системність складової моделі, що складається з послідовності класів носіїв (предметних, дій, класів часткових різноманітних моделей та іншого), системи числення і класу зовнішніх і внутрішніх виконавців. Встановлено, що ПКМ має гібридну багаторівневу замкнену структуру. Для запропонованої моделі наведена рівнева градація, яка відображає ступінь розвинення процесів конструктивних можливостей ПКМ і дозволяє оцінити складність побудови конструкцій. Подальший аналіз конструктивної моделі дозволив встановити ряд показників оцінювання моделі ПКМ і конструкцій, які нею формуються. Зокрема, у доповіді пропонується для обговорення наступні показники:

- ступінь звязкової складності складових структури моделі;
  - вимір ядра структури моделі ПКМ;
  - виміри логічної складності структури моделі;
  - ступінь пасивного і активного конструктивного розвитку прикладної моделі;
  - ступінь замкнутості конструктивної моделі;
  - ступінь розвитку носіїв ПКМ в процесі конструювання;
  - аплікаційна рекурсивність конструювання моделі
- та інші показники оцінювання конструктивної моделі. Наведемо також деякі показники оцінювання створених у моделі конструкцій:
- безпосередня кількісна оцінка словника конструкції;
  - відносна оцінка словника конструкції;
  - кількісна оцінка змісту конструкції та її структури дій побудови;
  - фрактальна оцінка предметного об'єкту, побудованого за діями носія дій конструктивної моделі.

Ці показники і правила оцінювання за ними включені у систему числення конструктивної моделі ПКМ.

## **Аналіз та планування багатопродуктових потоків у мережах на основі клітинних автоматів**

Круподер В. І., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна

Клітинні автомати є предметом дослідження більшості науковців ХХ та ХХІ століть. Вагомий внесок у розвиток дослідження даної проблеми зробили Н. Вінер, А. Розенблют, Г. Хедланд, М. Гарднер, які спробували кількісно описати динаміку різноманітних біологічних популяцій і типів та відобразили їх взаємодію. Так, наприклад, А. Колмогоров, досліджуючи клітинні автомати, побудував систему «хижак – жертва», у якій було висунуто припущення про характер їх взаємодії.

Слід зазначити, що клітинні автомати є дискретними динамічними системами, у яких простір представлено рівномірною сіткою, кожна комірка якої, містить кілька бітів даних. Закони розвитку виражено єдиним набором правил, за якими будь-яка клітина на кожному кроці обчислює свій новий стан, зважаючи на стан її близьких сусідів. Якщо задано відповідний набір правил, то такого простого операційного механізму достатньо для підтримки цілої ієрархії структур і явищ. Клітинні автомати надають корисні моделі для багатьох досліджень в природничих науках. Вони утворюють загальну парадигму паралельних обчислень, подібно до того, як це роблять машини Тьюринга для послідовних обчислень.

Клітинний автомат можна розглядати як спрощений локальний варіант рекурентної нейронної мережі. Він є простим і наочним, що дозволяє зрозуміти основні особливості паралельного алгоритму.

Найпростіших клітинних автоматів існує всього 256, і поведінка деяких з них дублює інші. Але, незважаючи на це, широко відомий Стівен Вольфрам присвятив роки життя їх вивченню, до нього даною проблемою займалися десятки математиків. Так як варіантів таких автоматів всього 256, Вольфрам запропонував називати їх числами від 0 до 255. Такий спосіб використання, зважаючи на свою лаконічність і зручність відмінно прижилося, і з тих пір називається «Код Вольфрама».

Проаналізувавши наукову літературу, можемо стверджувати, що обрана тема є актуальною, оскільки науковці продовжують досліджувати клітинні автомати та пишуть дисертації і наукові праці на цю тему.

## Система виявлення запозичень з фільтрацією результатів

Куроп'ятник О. С., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
ім. акад. В. Лазаряна, Україна

Виявлення запозичень – одна з актуальних задач академічної сфери сучасності, вирішення якої необхідне для текстів, створених природними та штучними мовами, а також їх комбінацією. Її розв'язання ускладнене характеристиками мови представлення текстів: низьким ступенем формалізації, розмаїттям можливих способів побудови мовних конструкцій, а також діями з маскування запозичень. Таким чином, можна виділити проблеми формалізації та маскування.

Для вирішення задачі виявлення запозичень пропонується розробка програмного забезпечення (ПЗ), що дозволяє зіставляти тексти один з одним та багато з багатьма, зазначивши місце розташування файлів.

Проблема формалізації вирішується засобами конструктивно-продукційного моделювання та створення графової моделі тексту як конструктора. Конструктор – трійка, що включає носій, сигнатуру операцій і множину тверджень інформаційного забезпечення конструювання (ІЗК), що специфікують та конкретизують конструктор.

Суть моделювання полягає у представленні тексту у вигляді множини орієнтованих графів з навантаженими вершинами та дугами. Навантаження вершини – послідовність символів вхідного тексту, дуги – список маршрутів, що проходять через неї зі стартової вершини, що є атрибутом графу. Носій конструктора графу включає символи тексту, множини вершин, дуг, графів. Сигнатура та твердження ІЗК специфікують побудову графу.

Графова модель є нечутливою до перестановок фрагментів різної довжини та прискорює їх пошук, оскільки одночасно надає доступ до всіх підрядків.

Проблема маскування полягає у внесенні в текст несемантичних змін, що може бути виконано механічно, наприклад, макросом чи іншою комп'ютерною програмою. До таких змін можна віднести зміну регістру, додавання прогалін, перестановку мовних конструкцій тощо. Такі зміни направлені на підвищення унікальності тексту без суттєвих змін.

З огляду на це особлива увага у роботі ПЗ приділяється попередній обробці даних та фільтрації результатів. Перша направлена на знешкодження дії маскування шляхом приведення до єдиного регістру, уніфікації пунктуаційних знаків тощо, а також за допомогою розробленої функції зчитування тексту з файлу, що дозволяє оминати приховані фрагменти.

Результати порівняння текстів представляються загальним відсотком запозичень, їх кількістю, та відсотковим складом кожного фрагменту.

Фільтрація результатів полягає у відкиданні фрагментів, які не відповідають мінімально допустимому значенню довжини у символах, словах чи відсотках. Відсотки обчислюються у «значущих» символах, до яких не належать недруковані символи, пробіли, пунктуаційні знаки. Також фільтрація дозволяє об'єднувати фрагменти, відстань між якими не перевищує заданої довжини прогаліни, яка також може бути задана в символах, словах, відсотках. Відкидання фрагментів впливає на загальну оцінку та кількість фрагментів, у той час як об'єднання зменшує кількість, але не впливає на загальну відсоткову оцінку.

Фільтрація дозволяє оцінити ступінь обробки запозиченого тексту. Так, наприклад, багато коротких запозичень з незначними прогалинами можуть свідчити про механічну обробку тексту, а довгі – про компіляцію робіт.

Таким чином, робота ПЗ включає декілька етапів: вибіркоче читання, попередню обробку, зіставлення та фільтрацію, що дозволяє зробити його менш чутливим до маскування і дає змогу не лише визначити відсоток запозичень, а й провести їх аналіз. Наявність можливості порівнювати багато файлів з багатьма робить розробку прийнятною для використання в освітньому процесі.

## Аналіз сучасних технологій віртуалізації

Лобанов О. І., Безуб В. Н., Національна металургійна академія України, Україна

В даний час все більшу популярність набирають технології віртуалізації. І це не випадково - обчислювальні потужності комп'ютерів ростуть. В результаті розвитку технологій, з'являються шести-, восьми-, шестнадцятиядерні процесори (і це ще не межа). Зростає пропускна здатність інтерфейсів комп'ютерів, а також ємність і чуйність систем зберігання даних. В результаті виникає така ситуація, що маючи такі потужності на одному фізичному сервері, можна перенести у віртуальне середовище всі сервери, що функціонують в організації (на підприємстві). Це можливо зробити за допомогою сучасної технології віртуалізації.

Технології віртуалізації в даний час стають одним з ключових компонентів сучасної ІТ-інфраструктури великих підприємств (організацій). Зараз вже складно уявити побудову нового серверного вузла компанії без використання технології віртуалізації. Визначальними факторами такої популярності, незважаючи на деякі недоліки, можна назвати економію грошей і часу, а також високий рівень безпеки та забезпечення безперервності бізнес-процесів.

Сучасну візуалізацію можна розуміти по-різному. Наприклад, віртуалізувати означає, що можна взяти щось однієї форми і зробити так, щоб воно здавалося схожим на іншу форму. Віртуалізація комп'ютера означає, що можна змусити комп'ютер здаватися відразу декількома комп'ютерами одночасно або зовсім іншим комп'ютером.

Віртуалізацією також називається ситуація, коли кілька комп'ютерів представляються як один окремих комп'ютер. Зазвичай це називають серверним кластером або *grid computing*.

Віртуалізація тема не нова, фактично їй вже більше чотирьох десятиліть. ІВМ визнала важливість віртуалізації ще в 1960-х разом з розвитком комп'ютерів класу «мейнфрейм». Наприклад, System / 360™ Model 67 віртуалізувати все інтерфейси обладнання через програму Virtual Machine Monitor (VMM). На зорі обчислювальної ери операційну систему називали супервизор (supervisor). Коли стало можливим запускати одну операційну систему на іншій операційній системі, з'явився термін гіпервизор (hypervisor) (був введений в 1970-х).

Новий аспект віртуалізації був названий командної віртуалізацією або бінарної віртуалізацією. В цьому випадку віртуальні команди переводяться (трансляються) на фізичні команди основного обладнання. Зазвичай це відбувається динамічно. Оскільки код виконуваний, перекладається в сегмент коду. Якщо відбувається розгалуження, то новий сегмент коду забирається і перекладається.

Коли проводиться віртуалізація, існує кілька способів її здійснення, за допомогою яких досягаються однакові результати через різні рівні абстракції. У кожного способу є свої переваги і недоліки, але головне що кожен з них знаходить своє місце в залежності від області застосування.

Можна вважати, що найскладніша віртуалізація забезпечується емуляцією апаратних засобів. У цьому методі VM апаратних засобів створюється на хост-системі, щоб емулювати цікавить обладнання.

Зараз вже складно уявити собі ІТ-галузь без віртуалізації, розвиток інформаційних систем організацій тісно пов'язане із застосуванням технологій віртуалізації. Причому дані технології дозволяють значно скоротити витрати, пов'язані з придбанням та обслуговуванням серверних систем, скоротити час на відновлення інформації або розгортання аналогічних систем в новому обладнанні. Якщо ви до цих пір ще не використовуєте переваги віртуалізації, то варто про це замислитися вже зараз.

## Моделювання процесу координаційної взаємодії органів оперативного управління в умовах виникнення НС

Ложкін Р. С., Херсонський національний технічний університет, Україна

Основними завданнями оперативного управління в умовах виникнення надзвичайних ситуацій (НС) є прийняття зважених рішень і координація взаємодії сил та засобів цивільного захисту (ЦЗ) України з використанням усіх можливих інструментів підтримки прийняття рішень, що забезпечить виконання заходів та робіт з ліквідації наслідків у зоні виникнення НС.

Оперативне управління в умовах виникнення НС зазвичай виконується при неповноті інформації про параметринавколишнього середовища та розповсюдження НС, необхідних ресурсів та темпу ліквідації наслідків НС, особливо на перших етапах. При цьому додаткову складність становить відсутність потрібного часу на розроблення планів ліквідації наслідків НС. Також можливе прийняття взаємовиключних управлінських рішень, неузгодженість дій підрозділів сил та засобів ЦЗ та конфліктні ситуації при прийнятті та обговоренні управлінських рішень.

Якщо припустити, що кожна посадова особа, яка приймає управлінські рішення на своєму рівні є інтелектуальним агентом, на якого покладені певні обов'язки, то можна зробити перехід до мультиагентної системи оперативного управління в умовах виникнення НС, де взаємодія між інтелектуальними агентами здійснюється за допомогою моделей координації.

Для побудови зазначеної системи вирішені наступні взаємопов'язані задачі:

- проведено аналіз та узагальнення поточного стану проблеми оперативного управління силами та засобами ЦЗ України;
- розроблено модель координаційної взаємодії сил та засобів ЦЗ України;
- розроблено модель оперативного управління силами та засобами ЦЗ України з використанням мультиагентної парадигми;
- розроблено інформаційну технологію координаційної взаємодії із застосуванням мультиагентної парадигми.

Поточний стан оперативного управління силами та засобами ЦЗ України дозволяє зробити висновок, що кількість готових рішень незначна і вони не вирішують поставлені завдання, залишаючи зазначені проблеми актуальними. Таким чином, розробка інформаційної технології координаційної взаємодії з використанням мультиагентної парадигми є важливою науково-практичною проблемою.

В роботі представлені результати досліджень в області моделювання процесу координаційної взаємодії органів оперативного управління в умовах виникнення НС.

Було досліджено структуру системи оперативного управління силами та засобами ЦЗ України в умовах НС та методи класифікації НС. Також було розроблено концепцію мультиагентної системи управління в умовах виникнення НС.

Структура мультиагентної системи є ієрархічною і складається з трьох рівнів. На верхньому рівні система має координуючий орган, який координує взаємодію інтелектуальних агентів. Мовою комунікації агентів є мова FIPAACL із використанням транспортного протоколу повідомлень (MessageTransportProtocol).

Отримані результати стали основою для розробки інформаційної технології координаційної взаємодії органів оперативного управління в умовах виникнення НС, призначення якої полягає в забезпеченні керівників інтелектуальною підтримкою прийняття рішень при виконанні основних тактичних завдань при ліквідації НС.



## Моделювання процесів призначення виконавців робіт в умовах невизначеності

Мацукевич В. О., Андрищенко В. О., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

Розподілення та підбір персоналу на базі наявних кандидатів та вакансій досить важлива задача. Для рішення даної задачі використовується задача про призначення.

Під задачею про призначення розуміється розподілення наявних кандидатів на вакансії, наявні в компанії з врахуванням при цьому максимальної продуктивності кандидатів на конкретній вакансії, мінімальний час виконання кандидатами роботи. Одним з найважливіших факторів впливу є вартість виконання роботи кандидатами.

В випадку вирішення даної задачі для краудсорсингу слід звернути увагу на відсутність впливу параметрів часу та грошей на підбір персоналу. В даному випадку можливо скласти оцінку на наявності знань у кандидатів та їх готовність виконати навіть складну роботу.

Провівши ознайомлення з принципами та існуючими моделями призначення персоналу, а також співставлення розглянутих моделей з умовами невизначеності. Під невизначеністю розуміємо наступне – чи підібрані кандидати виконують поставлену роботу до кінця і чи виконують вони її якісно оскільки вказана ними інформація про рівень знання могла бути не достовірною, через можливий брак часу на її перевірку.

Була побудована наступна модель вирішення задачі про призначення:

- 1) Отримуємо скалярну оцінку, для параметрів, що вказані у вакансії, і параметрів, що вказав кандидат.
- 2) Проводимо призначення обраних кандидатів на наявні вакансії, виконуючі наступні етапи:
  - - звертаючись до жадібного алгоритму ми для кожного завдання в визначаємо робітника з вже відсортованого масиву, зокрема виконуємо наступні дії:
    - знаходимо кандидата з максимальною скалярною оцінкою;
    - перевіряємо всі існуючі підмножини розміщення;
    - якщо визначаємо, що кандидат підходить, починаємо призначати наступних кандидатів.

В результаті виконання алгоритму даної моделі, людині, що підбирає персонал будуть надані певні рекомендації з відносною імовірністю, того, що підібрані кандидати виконують роботу, на яку їх призначать.

Слід зауважити, що кількість вакансій не обмежує кількість кандидатів на виконання роботи, відповідно кількість кандидатів обмежує лише компанія, яка веде підбір.

Для подальшого розвитку доцільне створення постійної активної бази кандидатів та вакантних місць компаній, що потребують підбору персоналу. Доцільно також зберігати список основних критеріїв підбору персоналу для конкретної компанії, які в результаті будуть впливати на вибір кандидатів.

## Фрактальне оцінювання розгалуженості доріг великих міст

Михальов О. І., Козар О. В., НМетАУ, Дніпропетровськ

Розглядаються питання розв'язання транспортних задач (ТЗ) на міських самоподібних мережах: знаходження найкоротших шляхів та/або визначення більш надійних шляхів для проїзду по таких мережах під час ремонту доріг чи в години пік. Існує наступна класифікація схем побудови вуличних мереж міста: радіальна, радіально-кільцева, променева, прямокутна, прямокутно-діагональна, комбінована і вільна. У той же час, оскільки міста, як правило, будуються у природничих місцях, для аналізу планів автомобільних доріг ідеально підходять методи фрактально-кластерного аналізу. Використовуючи Google-плани транспортних схем великих міст за допомогою Google Maps API, можливо проаналізувати та вирішити ТЗ на їх транспортних мережах. При цьому треба враховувати, що процеси, які формують фрактальність міста, самі по собі повільні, довгострокові і зберігають у собі природність місцевості, а як слідство - самоподібність. Фрактальні міста мають аналогічні структури в різних масштабах. Вони мають тенденцію до зростання, що призводить до поглинання багатьох істотно самоподібних поселень. Таким чином, фрактальне місто є сукупність поселень, а поселення - сукупністю районів. При цьому дороги є зв'язками між різними центрами в динамічній міській мережі.

Також важливо урахувати вплив щільності магістральних вулиць та частки забудованого району, зайнятого дорогами, при розв'язанні транспортних задач. По мірі того, як міська експансія поширюється, щільність магістральних вулиць зменшується, що підтверджується даними, отриманими за допомогою The Urban Expansion Program при Нью-Йоркському університетові.

Таблиця 1

Фрактальні розмірності автомобільних доріг деяких міст світу та їх щільність.

Місто	Фрактальна розмірність, D	Щільність магістральних вулиць, км/км <sup>2</sup>	Частка забудованого району, зайнятого дорогами, %	Схема побудови
Москва, Росія	1,771	0,33	23	Радіально-кільцева
Мадрид, Іспанія	1,743	1,36	16	Прямокутно-діагональна
Гонконг, Китай	1,6653	3,22	14	Змішана
Карачі, Пакистан	1,8953	2,59	23	Прямокутна
Лозанна, Швейцарія	1,6504	2,58	25	Вільна
Тайбей, Китай	1,8085	3,06	22	Прямокутно-радіальна
Відень, Австрія	1,7079	1,75	21	Комбінована
Лондон, Великобританія	1,7122	1,39	23	Вільна
Париж, Франція	1,8632	0,89	15	Радіально-кільцева

## Нейро-мережеве моделювання процесів розвитку епілепсії для виявлення кризових ситуацій

Міронов І. В., Білозьоров В. Є., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

Моделювання розвитку будь-якого захворювання приносить велику користь для медицини та діяльності людини взагалі, оскільки це дає змогу вчасно виявляти певні симптоми та планувати лікування, зберегти здоров'я або спостерігати за самою хворобою та її поведінкою. Чим легше визначається стан пацієнта, тим менше потрібно лікарям витратити часу на спостереження за ним. Епілепсія - хвороба, що характеризується судорожними нападами з розладом свідомості та своєрідними порушеннями психічної діяльності. Для епілепсії характерне раптове виникнення нападів різного характеру, хоча напади викликані певною відомою причиною вважаються епілептичними реакціями, які слід відрізнити від епілепсії як хвороби.

Під моделюванням процесів розвитку епілепсії ми розуміємо впорядкування інформації отриманої при проходженні пацієнтом електроенцефалограми та розрахунку показників пристрою, а саме даних про біоелектричну активність головного мозку. Завдяки діагностуванню ми можемо зробити приблизний прогноз про можливі кризові ситуації пацієнта.

Людина з епілепсією повинна проходити діагностування електроенцефалографом для виявлення змін у процесах головного мозку. Даний метод надає можливість спостерігати за розвитком захворювання та показує наскільки ефективно лікування. На основі цієї інформації медичний фахівець планує подальші дії щодо покращення здоров'я пацієнта. Цей підхід потребує участі спеціально підготовленого спеціаліста, який при перегляді даних виявляє, які саме ритми були під час процедури та їх тривалість, що дає основу для передбачення.

На сьогодні програмні засоби для виявлення кризових ситуацій при розвитку даного захворювання мають або велику похибку, або їх немає у відкритому доступі, оскільки робота в цьому напрямку має наступні складності:

- визначення всіх показників головного мозку;
- значення електроенцефалограми пацієнта при певних умовах можуть давати хибні данні;
- діагностика відбувається з використання багатьох розрахункових формул, або використання лікарем візуального методу;

В доповіді сформульовано задачу моделі процесів розвитку епілепсії, створеної на основі нейронної мережі та визначені фактори, що впливають на використання даних електроенцефалографа, розшифрування результатів та прогнозування кризових ситуацій.

Обсяг показників, які можна опрацювати, залежить від кількості затраченого на процедуру часу та типу захворювання. Обсяг даних має безпосередній вплив на якість аналізу стану пацієнта, та впливає на визначення кризових ситуацій, а також на визначення подальшого лікування чи профілактики.

Для подальшого розвитку важливо і необхідно модернізувати нейронну мережу та її використання для полегшення визначення кризових ситуацій на основі великого обсягу даних, які необхідно проаналізувати та структурувати. Доцільно також додати графічне відображення розвитку захворювання.

## Конструктивне моделювання і декомпозиція програмних середовищ

Нечай В. Я., Нежуміра О. І., Ільман В. М., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. Лазаряна В. А., Україна

Як відомо, у прикладних областях досліджень розглядаються прямі і обернені задачі, другі з яких є набагато складнішим ніж перші. Можна припустити, що ця тенденція зостається і для задач предметного конструктивного моделювання (ПКМ) [Ільман, Скалозуб, Шинкаренко, 2009]. Зауважимо, що модель ПКМ ще не застосовувалася для розв'язання обернених задач у цій конструктивній моделі. Тому пропонується розглянути обернену задачу для конструктивної декомпозиції програмних середовищ. Декомпозиція програм важливий фрагмент їх аналізу при з'ясуванні часових показників реалізації програмного коду і іншого. Конструктивний процес декомпозиції також необхідний при створенні процедури автоматизації статичних та динамічних методик часового аналізу програм і різноманітних програмних засобів.

Процес декомпозиції суттєво залежить від середовища представлення алгоритмів і характеристичних можливостей його реалізації відповідними механізмами. Такі можливості надає модель ПКМ, яка містить носії операндів та операторів дій, систему числення, за якою виконуються ці дії і систему виконавців цих та інших необхідних дій. Отже, в нашому випадку, задача декомпозиції полягає у побудові конструкції процесу розкладення заданого алгоритму на елементарні складові базових носіїв моделі ПКМ.

В наших дослідженнях, результати яких винесенні до обговорення у доповіді, розглядається алгоритм котрий представляється сукупністю операндів і операторів у певному мовному просторі, наведемо послідовні кроки цих досліджень. На першому кроці процесу, визначається мовне середовище декомпозиції і далі конструювання відбувається за наступною схемою:

- 1) визначається екстремальний час виконання алгоритмічних операторів та обробки даних операндів і формуються атрибутивні операнди та оператори;
- 2) утворюється базовий носій операндів та операторів;
- 3) формується базовий носій дій, котрі виконують розпізнання операндів і операторів у тексті алгоритму (програми);
- 4) розробляється і створюється система числення ПКМ, за якою буде виконуватися декомпозиція програми;
- 5) процес конструктивної декомпозиції програми відтворюється у вигляді послідовності дій або у вигляді графу;
- 6) виконується оцінка швидкості виконання програми алгоритму, найдовшого часу реалізації програми на визначеному механізмі і відносного часового показника виконання у ПКМ моделі.

Оцінка часових показників спирається на «парсинг» декомпозиції програми алгоритму і розроблену методику [Нечай, Волошин, Нежуміра, 2017], за якою виконується оцінення найбільшого часу виконання алгоритмічної програми WCET (Worst Case Execution Time). Визначення найбільшого або найгіршого часу виконання програм і часових показників ST (швидкість виконання) і QR (відносний часовий показник) є важливими вимірами при «жорсткому» реальному часі і недооцінка цих показників може призвести до непередбачених наслідків. З другої боку їх переоцінка приводить до суттєвої перевитрати ресурсів механізмів.

За допомогою статичного і динамічного методів було знайдено показники WCET, ST і QR та проведено дослідження з оцінки цих показників за цими методиками. В результаті досліджень з'ясовано, що методика застосування декомпозиції з подальшим аналізом часових результатів є прийнятною для оцінки практичних результатів.

## Алгеброалгоритмічні та онтологічні засоби автоматизації проектування наукових робочих процесів

Овдій О. М., Інститут програмних систем НАН України, Україна

В останні десятиліття світ переживає інформаційний вибух. Сьогодні доступна величезна кількість цифрових даних, які позначають терміном Big Data і об'єм цих даних стрімко зростає з кожним днем. Для зберігання, обробки та аналізу таких даних використовуються високопродуктивні паралельні обчислювальні платформи, такі як Грід та хмарні. Розвиток таких систем дозволяє впроваджувати більш складні програми обробки даних, та виконувати дослідження як в бізнес так і в науковому секторах. Поряд з цим, із зростанням можливостей зростає і складність систем, а відповідно складність розробки програм для них. Актуальною є задача надання предметним експертам та науковцям, що зазвичай не є професійними програмістами, інструментальних засобів, якими вони зможуть з легкістю користуватися.

В результаті аналізу існуючих систем було виявлено їх недоліки та сформульовано необхідність у забезпеченні можливості проектування алгоритмів, що не кодуються звичайною мовою програмування, наприклад робочих процесів та спеціалізованих мов. А також необхідність у зручному графічному конструкторі, яким би змогли користуватися люди без поглиблених знань у програмуванні.

На відміну від традиційних робочих процесів, наукові робочі процеси є дослідницькими за своїм характером і часто виконуються методом "проб і помилок" та "а що якщо". Крім того, наукові робочі процеси зазвичай виконуються у швидко еволюціонуючому середовищі, де інтегровані розподілені ресурси не тільки неоднорідні, але також можуть з'являтися та зникати в будь-який час і це потребує ще більшої адаптації.

Представлення алгоритмів алгебро-алгоритмічними засобами дозволяє автоматизовано їх перетворювати та оптимізувати, а крім того, представляти алгоритми у природно-лінгвістичній формі, що є більш зрозумілою. Онтологічні засоби в свою чергу представляють знання семантично, забезпечують необхідний рівень абстракції, та сприяють їх поширенню та полегшують інтеграцію з іншими системами. Таким чином поєднання інструментів онтологій та алгеброалгоритмічних інструментів забезпечує значний потенціал для адаптації, оптимізації та модифікації алгоритмів.

Для проектування робочих процесів в даній роботі застосовується розроблена методика, яка базується на спільному використанні прикладної онтології проектування програм, мови алгебри алгоритмів (САА-М) та розробленого на їх основі онлайн-конструктора алгоритмів робочих процесів (ААОВ).

Алгоритми у системі представлені у графічній, онтологічній, аналітичній та природно-лінгвістичній формах. Представлення алгоритму у аналітичній формі дозволяє виконувати перетворення, що може знадобитися для пристосування до змін в платформі або оптимізації. Графічна та природно-лінгвістична форми роблять процес проектування алгоритмів зручним для людини, що полегшує досягнення необхідної якості програм, підвищує продуктивність та дозволяє уникати синтаксичних помилок. Онтологічне представлення та зберігання алгоритмів семантично їх збагачує, сприяє структуруванню знань та забезпечує механізм комунікації та інтеграції.

За допомогою розробленої системи було реалізовано сервіс для аналізу великих об'ємів даних на розподіленій платформі Apache Hadoop. Сервіс виконує запуск робочого процесу Apache Oozie з вказаними користувачем параметрами. Apache Oozie є системою керування робочими процесами для управління роботами Apache Hadoop. Для попередньої обробки даних використовується платформа Apache Pig, призначена для аналізу великих наборів даних. Для аналізу даних застосовується програмне середовище R для статистичних обчислень, аналізу та зображення даних в графічному вигляді.

## Дослідження можливостей Linq Expression Tree

Островська К. Ю., Буханцев В. В., Національна металургійна академія України, Україна

В останній версії .NET Framework серед нових можливостей було додано кошти метапрограмування під назвою Expression Trees. На базі цієї технології, а саме ґрунтуючись на тому принципі, що вирази на "звичайному" мові програмування можуть автоматично перетворюватися в синтаксичні дерева, була розроблена технологія LINQ.

Як відомо, платою за гнучкість при використанні рефлексії є продуктивність. Але в разі, коли вона застосовується до нікому фіксованому набору метаданих, її легко оптимізувати.

Але динамічні Expression Trees надають нам ще досить елегантний спосіб оптимізації. Суть його полягає в тому, що для доступу до властивостей примірників відомого класу ми будемо генерувати відповідний строго типізований код у вигляді лямбда-функції, яка буде звертатися до них безпосередньо і яку ми будемо кешувати для подальшого повторного використання.

Дерева виразів представляють код у вигляді дерева, де кожен вузол є виразом, наприклад, викликом методу або двійковій операцією, такий як  $x < y$ .

Ви можете компілювати і виконувати код, представлений деревами виразів. Це дозволяє динамічно змінювати виконується код, виконувати запити LINQ в різних базах даних і створювати динамічні запити. Використання дерев виразів для побудови динамічних запитів (C # і Visual Basic).

Крім того, дерева виразів використовуються в середовищі виконання динамічного мови (DLR) для забезпечення взаємодії між динамічними мовами і платформою .NET Framework, а також і надання розробникам компіляторів можливості видавати дерева виразів замість проміжного мови Microsoft (MSIL).

Ви можете використовувати компілятор C # або Visual Basic для створення дерева виразів на основі анонімного лямбда-вирази або створення дерев виразів вручну за допомогою простору імен System.Linq.Expressions.

Коли лямбда-вираз призначається змінної з типом Expression, компілятор видає код для створення дерева виразів, що представляє лямбда-вираз.

Компілятори C # і Visual Basic можуть створювати дерева виразів тільки на основі лямбда виразів (або однорядкових лямбда). Вони не можуть аналізувати лямбда операторів.

Для створення дерев виразів за допомогою API-інтерфейсу використовуйте клас Expression. Цей клас містить статичні методи фабрики, що дозволяють створити вузли дерева вираження конкретного типу, наприклад, ParameterExpression, який представляє змінну або параметр, або MethodCallExpression, який представляє виклик методу. ParameterExpression, MethodCallExpression і інші залежні від виразу типи також визначаються в просторі імен System.Linq.Expressions. Ці типи є похідними від абстрактного типу Expression.

На платформі .NET Framework 4 API-інтерфейс дерев виразів також підтримує призначення і вирази потоків управління, такі як цикли, умовні блоки і блоки try-catch. За допомогою API-інтерфейсу можна створювати дерева виразів, які є більш складними, ніж дерева, створювані компіляторами C # і Visual Basic з лямбда-виразів.

Дерева виразів повинні бути незмінними. Це означає, що якщо потрібно змінити дерево виразів, слід створити нове дерево виразів шляхом копіювання існуючого і замінити вузли в ньому. Для проходження по існуючому дереву виразів можна використовувати інше дерево виразів (відвідувач).

Тип Expression надає метод Compile, який компілює код, який надається деревом виразів, в виконуваний делегат.

## Аналіз алгоритмів сортування інформації для розв'язку різних задач

Островська К. Ю., Гусар Л. О., Національна металургійна академія України, Україна

Сортуванням називається процес обробки інформації, результатом якого є впорядкування певних даних за одним, або кількома критеріями. За рахунок сортування збільшується швидкість пошуку та доступу до даних, що зберігаються у великих масивах інформації. Процес сортування відіграє важливу роль у системах обробки інформації. Сортування може здійснюватися над іменами, числами, записами, тощо.

Сортування використовується для вирішення різних задач. Одним із прикладів застосування операції сортування в телекомунікації є відновлення початкової послідовності переданих мережею зв'язку пакетів інформації. В процесі передавання інформації за допомогою протоколу зв'язку IP (IP - Internet Protocol) необхідно розбивати великі блоки інформації на малі. Ця проблема виникає внаслідок того, що у протоколів на канальному рівні максимальний розмір блоку інформації, який можна передати одним пакетом (MTU — maximum transmission unit) є меншим за розмір блоку який надходить від протоколу вищого рівня. Наприклад, для технології Ethernet, MTU складає 1500 байт інформації, в той час як розмір блоку корисного навантаження протоколу IP є значно більшим. Таким чином, необхідно вирішувати проблему узгодження процесу передавання інформації з протоколами канального рівня.

Іншим прикладом необхідності застосування операції сортування є обробка даних, які зберігаються в таблицях баз даних. Прикладом таких даних в телекомунікаціях можуть бути IP-адреси вузлів мережі, кількість переданого трафіку, номери портів, ідентифікатори користувачів, тощо.

Сортування інформації застосовується для розв'язку різних задач та може здійснюватися з використанням різних алгоритмів. Оскільки, задача сортування масивів даних є актуальною, вона досліджувалася різними вченими. В результаті було запропоновано велику кількість різних алгоритмів, які мають свої переваги та недоліки.

Кожен алгоритм має свої переваги, але в цілому оцінка алгоритму сортування залежить від відповідей, що будуть отримані на наступні питання:

- 1) з якою середньою швидкістю цей алгоритм сортує інформацію?;
- 2) яка швидкість для кращого випадку і для гіршого випадку?;
- 3) поводження алгоритму є природним або є не природним?;
- 4) чи виконується перестановка елементів для однакових ключів?

Якщо у відсортованому масиві елементи з однаковими ключами йдуть у тім же порядку, у якому вони розташовувалися у вихідному масиві, то алгоритм сортування називається стійким.

Вибір того або іншого алгоритму сортування залежить від конкретної задачі.

Так, сортування великого числа елементів бульбашковим методом, методом вставки або вибору вимагає багато часу, тому що час виконання сортування знаходиться в квадратичній залежності від числа елементів масиву. Для великих обсягів даних ці сортування будуть повільними, а починаючи з деякої величини, вони будуть занадто повільними, щоб їх можна було використовувати на практиці. Однак, вони ідеально підходять для сортування невеликої кількості елементів. Крім цього, сортування включенням має дві переваги. По-перше, воно має природне поводження, тобто воно виконується швидше для упорядкованого масиву і довше за все виконується, коли масив упорядкований у зворотному напрямку. Це робить сортування включенням корисним для упорядкування майже відсортованих масивів. По-друге, елементи з однаковими ключами не переставляються: якщо список елементів сортується з використанням двох ключів, то після завершення сортування включенням він як і раніше буде упорядкований по двох ключах.

## **Нечіткий логічний висновок в системі управління безпілотного літального апарату**

Островська К. Ю., Цибулін Д. А., Національна металургійна академія України, Україна

Широке застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) в дистанційному зондуванні земної поверхні, в тому числі в екологічному моніторингу, підвищує вимоги до навігаційного забезпечення польоту, точності визначення географічних координат об'єктів і систем автономного управління БПЛА. Застосування БПЛА поряд з зондуванням земної поверхні за допомогою космічних апаратів дозволяє проводити більш детальне і оперативне дослідження біологічного різноманіття особливо охоронюваних територій. Системи автономного управління є ядром забезпечення якості одержуваної з борта БПЛА інформації для формування інформаційного забезпечення завдань екологічного моніторингу особливо охоронюваних територій.

Найпоширенішим методом аналізу і синтезу алгоритмів управління об'єктами є «звичайна» лінеаризація, заснована на розкладанні нелінійної функції в околицях точки, що визначає заданий режим, в ряд Тейлора і відкиданні нелінійних членів. Така лінеаризація замінює вихідну нелінійну модель наближеною лінійною моделлю і має ряд недоліків.

Якщо нелінійність складного об'єкта управління істотна, то для вирішення завдань синтезу алгоритмів керування використовують методи нелінійної теорії управління. Одним з ефективних підходів для компенсації впливу нелінійностей в системі управління об'єктом є метод лінеаризації зворотним зв'язком (ЛЗЗ). Даний метод дозволяє перейти від нелінійної системи до лінійної шляхом перетворення, що включає перетворення зворотним зв'язком, в результаті чого виходить система, еквівалентна вихідної. Однак застосування методу ЛЗЗ залежить від точної апріорної інформації про динаміку об'єкта управління. Для усунення цього недоліку передбачається використовувати ЛОС спільно з нечіткими системами логічного висновку.

Системи нечіткого логічного висновку володіють хорошими апроксимуючими властивостями і служать універсальними апроксиматорами будь нелінійної функції. Дані властивості нечітких систем дозволяють застосовувати їх для вирішення завдань в області автономного адаптивного управління. Зокрема, передбачається використовувати нечіткі системи при проектуванні систем автоматичного управління безпілотних літальних апаратів (БПЛА).

Для вирішення завдання адаптивного управління властивість адаптації досягається, найчастіше, за допомогою формування в явному або неявному вигляді математичної моделі об'єкта або впливу на нього. При широких зміни параметрів об'єкта управління стаціонарна еталонна модель системи стає неприйнятною для вирішення завдання управління БПЛА для різних режимів польоту. Для вирішення даної проблеми передбачається побудова адаптивної еталонної моделі з ідентифікацією, яка оцінює невідомі параметри БПЛА. Застосування нечіткої логіки і адаптивних принципів побудови систем управління дозволяє істотно знизити вплив невизначеності на якість систем управління, компенсуючи недолік апріорної інформації на етапі проектування систем.

Висновки, для компенсації помилок зворотного перетворення при застосуванні ЛЗЗ в систему вводиться адаптивний елемент, в якості якого може бути використана система нечіткого логічного висновку. У реальних умовах для усунення невизначеностей може бути успішно використаний фаззиконтроллер в системах управління зі зворотним зв'язком.

В результаті дослідження була показана доцільність застосування адаптивної еталонної моделі з блоком-ідентифікатором на нечіткій логіці, яка забезпечує адаптацію еталонної моделі до широких змін режимів польоту БПЛА.



## **Паралельні уніфіковані алгоритми оптимального планування неоднорідних динамічних, нечітких і конкурентних процесів у транспортних мережах**

Панік Л. О. Днепропетровский национальний университет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна, Україна

Oleksii Satsuta, ui42, Slovakia

У різних сучасних сферах діяльності (транспортні, енергетичні та мережеві інформаційні структури і н.) надзвичайно поширеними є задачі аналізу і оптимального планування і управління потоками в мережах або приведені до них задачі. Відзначимо, що на практиці в багатьох випадках потоки в транспортних і інших мережах є неоднорідними, динамічними (істотний термін передачі, зміна параметрів мережі за періодами доби ін.) з невизначеними параметрами (пропускна здатність дуг мережі, дійсні умови передачі потоків). Неоднорідні потоки в мережах можуть містити об'єкти з різними властивостями за функціональним призначенням, вимогами до процесу транспортування, сервісів та ін.

У доповіді обговорюються деякі нові завдання та методи щодо планування неоднорідних потоків у транспортних мережах. Розглядаються моделі оптимального розподілу неоднорідних динамічних, нечітких, конкурентних потоків. При цьому також представлено можливості їх реалізації на основі уніфікованого паралельного синхронного алгоритму розрахунку максимального потоку в транспортних мережах (ТМ).

Детерміновані задачі знаходження максимального потоку і потоку мінімальної вартості в ТМ широко відомі. При обліку чинників невизначеності (пропускні спроможності, вартості перевезень тощо), виникають менш досліджені поточкові задачі в нечітких умовах. З урахуванням витрат часу, а не миттєвого проходження потоку по дугах мережі, отримують «стаціонарно-динамічні» моделі задач, а при змінах параметрів ТМ в часі отримують динамічні моделі задач про потоки. У динамічній ТМ потрібно перемістити певне число одиниць потоку з мінімальними витратами так, щоб останній елемент увійшов в стік в момент часу не пізніше заданого.

У представленій доповіді вперше наводяться результати щодо застосування розробленого паралельного синхронного алгоритму (ПСАП) для реалізації нечітких моделей планування багатопродуктових потоків в транспортних мережах. Також на основі ПСАП були реалізовані нечіткі динамічні моделі планування багатопродуктових потоків. Представлені результати свідчать про досить значну універсальність ПСАП: за рахунок процедур розпаралелювання був отриманий обчислювальний ефект, у порівнянні з відомими результатами. Також подано нову процедуру планування конкурентних потоків в мережах, що використовує паралельні синхронні алгоритми розрахунків максимальних потоків. Конкурентне планування розподілу потоків на основі алгоритму ПСАП виконано використовуючи наступну постановку. Вирішується завдання передачі потоків відомих величин між наборами користувачів мережі. Потрібно розподілити ресурс пропускної здатності транспортувального середовища таким чином, щоб у максимально можливій мірі задовольнити вимоги всіх користувачів в передачі їх потоків, за умови задоволення обмеженням пропускної здатності. Застосування пропонованої процедури планування дозволяє обчислити локальні екстремуми моделі розподілу потоків.

У підсумку результатів реалізації моделей розподілу неоднорідних потоків у ТМ встановлюється наступне. Досліджено питання аналізу та планування багатопродуктових потоків в мережах на основі динамічних, нечітких і конкурентних моделей транспортних потоків. Для розрахунку оптимальних потоків зазначених категорій розроблена уніфікована процедура на основі паралельних синхронних алгоритмів розрахунків максимальних потоків і потоків мінімальної вартості. Практична цінність отриманих результатів визначається уніфікованими можливостями ПСАП для ефективної реалізації завдань із аналізу і планування багатопродуктових потоків в ТМ на основі динамічних, нечітких і конкурентних моделей розподілу транспортних потоків.

## Використання методів штучного інтелекту при проектуванні комп'ютерної мережі

Пахомова В. М., Бондарева В. С., Піскун А. В., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

На жаль, сьогодні не існує універсальної методики, внаслідок якої можна провести повний комплекс заходів по проектуванню комп'ютерної мережі, що підтверджує актуальність даної теми. При проектуванні комп'ютерної мережі доцільно у якості основного методу використати метод імітаційного моделювання, а методи штучного інтелекту (нейронні та нейронечіткі мережі, інтелектуальні мультиагентні алгоритми) - у якості додаткових.

На сучасному етапі існують системи (CPN Tools, OPNET Modeler, NS та інші), що дозволяють створювати складні моделі комп'ютерних мереж, в тому числі й імітаційні. Так, наприклад, відпадає 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. На імітаційній моделі комп'ютерної мережі визначається необхідність використання технологій ATM (Asynchronous Transfer Mode) або MPLS (Multiprotocol Label Switching), що мають дуже широкі можливості підтримки різних типів трафіка та забезпечують якість обслуговування, а також технології FDDI (Fiber Distributed Data Interface), яка значно підвищує ступінь відмовостійкості мережі. За дослідженнями на імітаційних моделях комп'ютерної мережі можна побачити наявність перевантажених ділянок мережі, які являються критичним ланцюгом у функціонуванні всієї комп'ютерної мережі, а також провести експерименти по модернізації окремих частин комп'ютерної мережі з метою підвищення загальної пропускної спроможності та відмовостійкості всієї мережі в цілому. За результатами експериментів зробити рекомендації по модернізації комп'ютерної мережі шляхом заміни активного обладнання або перетворення топології комп'ютерної мережі.

Розв'язання таких основних задач при проектуванні комп'ютерної мережі як: визначення оптимального маршруту в мережі, прогнозування параметрів мережного трафіку, розподіл потоків трафіку, визначення атаки на комп'ютерну мережу та інші доречно провести з використанням методів штучного інтелекту. Так, наприклад, отримати рішення задачі маршрутизації можливо на основі використання наступних нейронних мереж: багатошарового перцептронну (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), або інтелектуальних методів мультиагентної оптимізації (Swarm Intelligence): методу мурашиних колоній (Ant Colony Optimization, ACO); методу рою часток (Particle Swarm Optimization, PSO); методу бджолоїної колонії (Bee Colony Optimization, BCO); методу переміщень бактерій (Bacterial Foraging Optimization, BFO). Задача прогнозування може бути вирішена на основі наступних нейронних мереж: багатошарового перцептронну (MLP); радіально-базисної мережі (RBF); узагальнено-регресійної мережі (GRNN); мережі Вольterra; мережі Елмана та ANFIS-системи. Нечіткі нейронні мережі (гібридні системи) поєднують об'єднати в собі переваги нейронних мереж і систем нечіткого висновку, а також дозволяють розробляти та подавати моделі систем у формі правил нечітких продукцій, для побудови яких використовуються можливості нейронних мереж. На сьогодні для програмної реалізації названих нейронних мереж та інтелектуальних методів існують наступні підходи: цілий ряд нейропакетів (MatLAB, Statistica, BrainMaker, NeuroShell, Neuro?hellPredictor, Fann Explorer, Deductor Studio, GeneHunter); фреймворки для машинного навчання (Caffe, TensorFlow, Veles, Brainstorm, Mlpack2, Marvin, Neon).

## **Маршрутизація в інформаційно-телекомунікаційній системі залізничного транспорту з використанням інтелектуального мультиагентного методу**

Пахомова В. М., Доманська Г. А., Чорна О. Г., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Останнім часом інтенсивно розробляється наукове направлення «Natural computing», яке об'єднає математичні методи, в котрих закладені принципи природних механізмів прийняття рішень: нейронні мережі, що моделюють біологічний процес мозку людини; генетичні алгоритми, що базуються на природному відборі та генетики, а також інтелектуальні методи мультиагентної оптимізації: метод мурашиних колоній (ACO); метод рою часток (PSO); метод бджолоїної колонії (BCO); метод переміщень бактерій (BFO).

Переваги мурашиного алгоритму: працює краще, ніж генетичний алгоритм, опирається на пам'ять про колонію цілком замість пам'яті тільки про попереднє покоління, менше схильний неоптимальним початковим рішенням із-за випадкового вибору руху та пам'яті колонії.

У мурашиних алгоритмах використовується непрямий обмін - стігмержі (stigmergy), що представляє собою рознесене в часі взаємодію, при якому одна особина змінює деяку область навколишнього середовища, а інші використовують цю інформацію пізніше, коли в неї потрапляють. Біологи встановили, що така взаємодія відбувається через спеціальну хімічну речовину - феромон (pheromone), секрет спеціальних залоз, відкладається при переміщенні мурашки. Концентрація феромону на шляху визначає перевагу руху по ньому.

У якості прикладу розглянутий фрагмент інформаційно-телекомунікаційної системи (ІТС) залізничного транспорту, для якого на основі мурашиного алгоритму визначений оптимальний маршрут на відповідному графі. Вершинами графу являються маршрутизатори комп'ютерної мережі, що покладена в основі ІТС, а ваги ребер відображають затримки передачі пакетів. Моделювання поведінки мурах зв'язано з розподілом феромону на тропі (ребрі графа). При цьому імовірність включення ребра в маршрут окремого мурахи пропорційна кількості феромону на цьому ребрі, а кількість відкладаемого феромону пропорційна довжині маршруту. Чим коротше маршрут, тим більше феромона буде відкладено на його ребрах, отже, більшу кількість мурах буде включати його в синтез власних маршрутів. Моделювання такого підходу, що використовує тільки позитивний зворотний зв'язок, призводить до передчасної збіжності - більшість мурашок рухається локальним оптимальним маршрутом. Уникнути цього можна, моделюючи негативний зворотний зв'язок у вигляді випаровування феромону. При цьому, якщо феромон випаровується швидко, то це призводить до втрати пам'яті колонії і забуванню хороших рішень, з іншого боку, більший час випаровування може привести до отримання стійкого локального оптимального рішення.

Основні правила поведінки мурах при виборі шляху: мурахи мають власну «пам'ять»; мурахи володіють «зором»; мурахи володіють «нюхом». Складність мурашиного алгоритму залежить від часу життя колонії, кількості маршрутизаторів та кількості мурах в колонії. Дослідження показує, що ефективність мурашиного алгоритму зростає з ростом розмірності задачі оптимізації. Якість отриманих рішень залежить від параметрів в правилі вибору руху на основі поточної кількості феромону та від параметрів правил відкладання та випарування феромону.

Для вирішення поставлених завдань, в якості середовища розробки, обраний пакет MATLAB, який являє собою високорівневу мову програмування, що включає засновані на матрицях структури даних, широкий спектр функцій, інтегроване середовище розробки, об'єктно-орієнтовані можливості й інтерфейси до програм, написаних на інших мовах програмування. Крім того, засоби графічного інтерфейсу GUI (Graphic User Interface) призначені для створення в MATLAB програм з інтерфейсом.

## Розподіл потоків трафіку в мережі MPLS з використанням нейронної мережі

Пахомова В. М., Нечаєв А. С., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Мережний трафік є одним із найважливіших показників роботи інформаційно-телекомунікаційної системи (ІТС) залізничного транспорту. Останні дослідження показують, що взагалі трафік ІТС для більшості видів сервісів являється самоподібним (фрактальним), постійне збільшення якого приводить до необхідності визначення в реальному часі перевантаження в комп'ютерній мережі та здійснення контролю потоків даних. Одним із можливих рішень є розподіл потоків трафіку на основі нейронної мережі при використанні технології MPLS в ІТС, які дозволять 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. 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. 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 фрагменту 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: TCP, UDP, 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 трафіка 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. Відомо, що TCP – чутливий трафік до перевантаження, а UDP – нечутливий трафік. Задачу розподілу потоків мережного трафіку пропонується розв'язати на основі використання багатошарового перцептрон (Multi-Layer Perceptron, MLP). Для моделювання такої нейронної мережі існують наступні підходи: цілий ряд нейропакетів; плагіни до існуючих програм; фреймворки для машинного навчання, у якості основного засобу рішення обрано програмування MLP на Python в TensorFlow. У якості вхідних даних для побудови MLP використовуються дані про канали зв'язку (пропускна спроможність, завантаженість) та дані про потоки трафіку в мережі (CoS, середня швидкість, джерело, приймач, QoS), у якості результату - вибір тунелю для потоку. Дослідження показали, що запропоноване рішення дозволить зменшити час відгуку мережі в зрівнянні з існуючим (класичним) алгоритмом маршрутизації.

## **Використання нейронечіткої мережі для організації маршрутизації в інформаційно-телекомунікаційній системі залізничного транспорту**

Пахомова В. М., Скабалланович Т. І., Васильченко П. А., Дніпропетровський 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'ютерної мережі, що складає основу інформаційно-телекомунікаційної системи (ІТС) залізничного транспорту. Класичні алгоритми пошуку найкоротшого шляху на графі, такі як алгоритми Прима та Дійкстра, Беллмана-Форда та Крускала, не забезпечують прийняттого рівня рішень в таких умовах. Одним з підходів розв'язання задачі маршрутизації в ІТС є науковий напрям «Природні обчислення», який поєднує методи з природними механізмами прийняття рішень, а саме: нейронні та нейронечіткі мережі; інтелектуальні мультиагентні методи (метод мурашиних колоній, метод бджолоїної колонії, метод рою часток), що підтверджує актуальність даної теми.

У якості прикладу розглянуто ІТС Придніпровської залізниці, для фрагменту якої в моделюючій системі OPNET Modeler створена відповідна імітаційна модель, на якій за різними сценаріями досліджуються мережні характеристики за відомими протоколами маршрутизації: RIP та OSPF.

Огляд наукових джерел показує, що на сьогодні існують методи визначення оптимального маршруту з використанням наступних нейронних мереж: багатошарового перцептрон (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 Придніпровської залізниці обрано нейронечітку мережу (гібридну систему), яка об'єднує в собі переваги нейронних мереж і класичних нечітких систем.

Для роботи з нейропакетами призначені безліч спеціалізованих програм: MatLAB, Statistica, BrainMaker, NeuroShell, NeuroShellPredictor, Fann Explorer, Deductor Studio, GeneHunter та інші. Для створення нейронечіткої мережі обрано програму MatLAB, що має ANFIS-редактор, який підтримує практично повну автоматизацію процесу створення нейронечіткої мережі, 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 нейронечітку мережу 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).

Вибір оптимального маршруту в ІТС Придніпровської залізниці здійснюється на основі прогнозу часу проходження пакета з використанням системи ANFIS. Для лінгвістичної оцінки вхідних змінних використані наступні терм-множини: кількість маршрутизаторів, що складають маршрут (максимальна, середня, мінімальна); інтенсивність надходження запитів (максимальна; більша за середню, але менша максимальної; середня; більша за мінімальну, але менша середньої; мінімальна); затримка на маршрутизаторі (максимальна, середня, мінімальна); довжина пакету (максимальна, мінімальна). Як вихідна змінна розглядається час передачі пакету (максимальний; більший за середній, але менший максимального; середній; більший за мінімальний, але менший середнього; мінімальний). Проведено дослідження параметрів нейронечіткої мережі, яка в подальшому може бути покладена в основу інтегрованої системи маршрутизації в ІТС Придніпровської залізниці.

## Аналіз нелінійної системи з імпульсними впливами

Піліпчук В. Н., WayneStateUniversity, USA

Волкова С. А., Український державний хіміко-технологічний університет, Україна

Розглядається нелінійна динамічна система з імпульсною дією. Складність математичного формулювання проблеми для аналітичного дослідження систем з імпульсними впливами обумовлена не гладкістю відповідних динамічних процесів.

Традиційні підходи до моделювання імпульсних впливів так чи інакше зводяться до двох напрямків. Відповідно до першого, імпульсні дії моделюють так, що координати і швидкості підкоряються додатковим умовам в околиці точок локалізації імпульсів. Наприклад, завданням стрибка швидкостей в момент дії імпульсів

Другий напрямок спирається на теорію узагальнених функцій. В цьому випадку імпульсні дії моделюються за допомогою введення в рівняння сингулярного членів типу  $\delta$ -функцій Дірака.

Основна перевага першого способу моделювання полягає в тому, що описують систему диференціальні рівняння такі ж, як і при відсутності імпульсів (Самойленко А.М., Перестюк М.О., Ахметов М.У.). Однак ці рівняння розглядаються окремо на кожному з інтервалів між імпульсами і, таким чином, замість однієї системи доводиться вирішувати цілу послідовність систем.

Другий спосіб моделювання дає єдину систему рівнянь на всьому часовому інтервалі без введення згаданих вище умов на змінні, але відповідний аналіз повинен бути виконаний коректно в рамках теорії узагальнених функцій (Владиміров В.С., Кеч В., Омелянов Г.А., Іванов В.К., Маслов В.П.), що вимагає у нелінійних випадках додаткового математичного обґрунтування.

У даній роботі для моделювання імпульсних процесів застосовується метод, сформульований Піліпчуком В.М. і заснований на негладку перетворенні аргументу (часу). Такий похід дозволяє, з одного боку, побудувати математичну модель, яка містить  $\delta$ -функцій Дірака, а з іншого, отримати її рішення у вигляді єдиного аналітичного вираження на всьому часовому інтервалі.

Слід зазначити, що виключення «внутрішніх» ударів за допомогою негладких перетворень просторових координат застосовував Журавльов В.Ф. Цей метод, по-видимому, безпосередньо застосовуємо тільки до віброударних систем і систем з жорсткими не утримується зв'язками. При цьому, перетворенню піддається просторова координата, а не час. У використаному в роботі методі (метод Піліпчука В.М.), основному об'єкт перетворення - час, а не шукана функція.

Ідея методу негладкого перетворення аргументу, сформульованого Піліпчуком В.Н., полягає у тому, що дія імпульсів на систему моделюються за допомогою другої узагальненої похідної функції пилообразної функції. Крім того є можливість моделювати імпульси різного типу імпульсні дії. Тобто моделюються два види імпульсних впливів: рівновіддалених ( $\Theta = 0$ ) і не рівновіддалених ( $\Theta \neq 0$ ). При  $\Theta = 0$  пилообразна функція стає симетричною, її графік складається із склеєних відрізків.

## Статистичне моделювання випадкових векторів

Послайко Н. І.; Дніпропетровський національний технічний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна; Україна

Кожна реальна система характеризується деяким набором параметрів, які змінюються в певних межах. Якщо система стохастична, тобто зазнає суттєвого впливу випадкових факторів, то для описання процесу її функціонування використовують математичні моделі теорії випадкових процесів. Іноді вдається побудувати аналітичну модель процесу, наприклад, виписати систему диференціальних рівнянь для ймовірностей станів системи або систему лінійних алгебраїчних рівнянь для граничних ймовірностей станів. Як правило це можливо тоді, коли процес функціонування системи марковський або близький до марковського. Але так буває далеко не завжди, і тоді виникають труднощі з побудовою аналітичних моделей. В таких ситуаціях застосовують інший метод моделювання – метод статистичних випробувань (по-іншому метод Монте-Карло).

Враховуючи те, що в кожен момент часу стан стохастичної системи описується випадковим вектором, компоненти якого характеризують різноманітні сторони досліджуваної системи, виникає необхідність в створенні програмного забезпечення для “розіграшу” значень випадкових векторів на обчислювальних машинах.

Конкретний набір випадкових величин – компонент вектора, які вводяться до розгляду, залежить від того яка задача розв’язується і з якою метою.

Багатовимірний випадок не вичерпується властивостями окремих випадкових величин-компонент, а включає також взаємні зв’язки між ними.

Сфера застосувань статистичного моделювання взагалі, і моделювання випадкових векторів зокрема, дуже широка – вони використовуються для розв’язання задач теорії масового обслуговування, теорії надійності, економіки, фізики, радіотехніки і багатьох інших.

Статистичне моделювання векторів різних типів здійснювалось в програмному середовищі Maple 13.

Далі перелічені типи векторів, для яких було виконано статистичне моделювання:

- 1) вектори з дискретними компонентами:
  - компоненти вектора незалежні випадкові величини;
  - компоненти вектора залежні випадкові величини;
- 2) вектори з абсолютно неперервним розподілом:
  - компоненти вектора незалежні випадкові величини;
  - компоненти вектора залежні випадкові величини;
- 3) змішаний випадок (частина компонент вектора дискретні, а частина неперервного типу);
- 4) моделювання значень функцій від випадкових векторів.

Якість статистичного моделювання в великій мірі залежить від якості роботи генератора випадкових чисел – послідовності чисел, які він виробляє, повинні володіти властивостями незалежності і випадковості.

Гіпотези про наявність цих властивостей можна перевірити за допомогою відповідних статистичних критеріїв.

Як відзначають автори монографії “Имитационное моделирование” Кельтон В., Лоу А., на жаль, є ще багато пакетів моделювання та мов програмування загального призначення, в яких застосовуються генератори досить низької якості, тому їх не слід використовувати під час проведення відповідальних досліджень.

## Формування категорій конструктивною моделлю

Скалозуб В. В., Ільман В. М., Шинкаренко В. І., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. Лазаряна В. А.

Запропонована співробітниками кафедри КІТ [Ільман В.М., Шинкаренко В.І., Скалозуб В.В. 2004 – 2017] конструктивна модель априорі вважається універсальною по відношенню до будь-якої предметної області. У наступному повідомленні розглядаються результати досліджень предметної конструктивної моделі (ПКМ) для абстрактної області категорій, що узагальнює застосування моделі до будь-якої предметної області.

Виходимо з того, що категорія визначається абстрактною множиною об'єктів та множиною морфізмів, котрі визначають носії об'єктів та дій у ПКМ моделі. Загальним чином, формування категорних об'єктів спочатку виконується на базисних носіях моделі, тим самим формуючи категорії нульового рівня. В подальшому показано, що формування категорій у ПКМ відбуваються за допомогою розширення можливостей дій над категорними об'єктами попередніх рівнів. Розглянуто конкретні морфізми-дій, на яких конструюються складні морфізми різних порядків розширення.

Наведемо послідовність змістовних результатів досліджень та формування категорних об'єктів і категорій в цілому.

1. Абстрагування і занурення області досліджень у категорну систему дій та об'єктів і створення системи категорій.

2. Наділення внутрішніми абстрактними характеристиками категорних об'єктів та дій і визначення категорних підкласів та категорних підсистем.

3. Визначення абстрапцій конструювання об'єктів та дій, необхідних для створення змісту і структури категорії.

4. Введення системи загальних аксиом для початкового формування категорій.

5. Розглянуто дії порівняння, впідпорядкування, приєднання та виводу, за якими формуються елементарні категорії нульового рівня і наведена технологія цього системного конструювання.

6. Досліджено властивості морфізму розглянутих дій.

7. Навелена конструктивна технологія формумування категорій вищого рівня.

8. Дана можливість конструювання різноманітних категорних признаков і критеріїв, що дозволяє отримувати умовні складні категорії.

9. Приведено приклади формування гібридних категорій їх сімейств і складних систем класів категорій.

10. Визначено розширення носіїв категорних об'єктів та дій, завдяки чого виконано їх розвиток і розвиток системи числення конструктивної моделі. На запропонованих прикладах, розглянуто техніку розширення систем сімейств дій категорій.

11. Розроблено числення технології розширення класів категорних об'єктів і відповідних дій-морфізмів.

12. Приведено алгоритм формування категорних об'єктів, морфізмів дій ПКМ моделі і відповідних класів сімейств категорій вищих рівнів і порядків.

13. Отримано систему числення, котра дозволяє фрагментально виводити категорії і їх складові будь-якого рівня і порядку.

14. Запропоновано два різновиди підходів до виводів категорій вищих рівнів та порядків: змістовний за допомогою прямого інверсного морфізму і структурний за допомогою зв'язаної інверсії.

Таким чином, в результаті наших досліджень, встановлено, що запропонована авторами модель є універсальною, вона може розвиватися через еволюцію її носіїв, числення та виконавців, крім того модель є системною.



## Про декомпозицію та гібридні алгоритми в комбінаторній оптимізації

Тимофієва Н. К., Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН та МОН України, Україна

Деякі автори вважають, що метод декомпозиції та гібридні алгоритми це – один і той же підхід. Але їхній системний аналіз до розв'язання задач комбінаторної оптимізації показує, що вони відрізняються як метою, так і способом знаходження оптимального розв'язку. Розглянемо ці підходи детальніше.

Для розв'язання задач комбінаторної оптимізації великих розмірностей, як правило, використовують метод декомпозиції. Він полягає в тому, що основна задача за певними правилами розбивається на простіші з обчислювальної точки зору. Ці підзадачі мають меншу розмірність, повинні бути еквівалентні основній, а розв'язки для них знаходяться послідовно в реальному часі. Але не для всіх задач можна розробити правила розбиття основної задачі на простіші, тому, що її розмірність зменшується штучно. При цьому множина значень цільової функції та множина розв'язків (її аргумент, яким є комбінаторна конфігурація) також розділяються на окремі частини. Для кожної такої частини послідовно знаходяться оптимальні результати, які в подальшому необхідно узгодити і розробити стратегію вибору такого, який є розв'язком основної задачі. Цей підхід використовується для задач, аргументом цільової функції в яких є одна змінна (комбінаторна конфігурація).

Але прикладні задачі складні за своєю природою. Якщо їх змодельовати з використанням теорії комбінаторної оптимізації, то можна побачити, що в них цільова функція залежить від кількох змінних. З використанням цієї властивості поставлена задача цілком природно розділяється на незалежні прості підзадачі, для яких розмірність залишається такою ж, як і в основній, а її розв'язок спрощується. Ці підзадачі можуть належати різним класам. Кожна із них розв'язується відомими чи новими незалежними алгоритмами послідовно або в ітераційному режимі. Таке розбиття основної задачі на підзадачі дозволяє в деяких випадках звести основну до розв'язної, для якої відомий аналітичний спосіб знаходження глобального розв'язку. Ці алгоритми називають гібридними. Якщо основна задача має велику розмірність, то для розв'язання отриманих підзадач в реальному часі використовують методи, які ґрунтуються на розпізнаванні структури вхідної інформації. Останні характеризуються величезною швидкістю і дозволяють знаходити оптимальний результат в реальному часі.

Оскільки в гібридних алгоритмах цільова функція залежить від кількох змінних, якими є комбінаторні конфігурації одного або кількох типів, то розв'язок для них визначається на різних множинах комбінаторних конфігурацій. В цьому разі їхня суть полягає у поєднанні таких методів для знаходження оптимального розв'язку, який був би дійсний для кожної із заданих множин.

Отже, методи декомпозиції використовуються для зменшення розмірності основної задачі, яка розбивається на простіші за розробленими правилами. Такі правила для деяких задач можуть і не існувати. На основі отриманих розв'язків для простих задач визначається результат основної. Знаходження такого розв'язку може бути досить складною процедурою. Гібридні алгоритми розробляються для прикладних задач, цільова функція в яких залежить від кількох змінних (комбінаторних конфігурацій різних типів). В залежності від змінних, основна задача досить природно розділяється на підзадачі, які можуть належати різним класам. Тому розбиття основної задачі на підзадачі не потребує розроблення спеціальних правил, а її розв'язання спрощується. Пошук оптимального результату проводиться на кількох комбінаторних множинах, що також не є складною проблемою.

## **Про методи розробки програмного забезпечення додатку з голосовим інтерфейсом**

Ткачук Л. С., Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Україна  
Божуха Л. М., Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Україна

Однією з найважливіших завдань розробки сучасних технічних систем є забезпечення найбільш інтуїтивного і природного інтерфейсу з користувачем, тобто сучасні комп'ютерні програми орієнтовані на користувача.

Природною формою взаємодії для людини є мова. Голосовий інтерфейс може поліпшити існуючий призначений для користувача інтерфейс – він забезпечує більш зручний і менш обмежений спосіб взаємодії людини з комп'ютером. Важливий і практичний аспект даних проблем пов'язаний з тим, що голосовий інтерфейс є необхідною компонентою, коли мова йде про створення комфортних умов життя для людей з порушеннями опорно-рухового апарату, а також фахівцям, що втратили можливість використовувати стандартні засоби в результаті професійного захворювання, травми або каліцтва.

Схема вирішення задачі складається з таких етапів: попередня обробка звукових сигналів; вилучення інформативних ознак; використання нейронної мережі для розпізнавання мови.

При створенні моделі голосового інтерфейсу веб-сервісудоцільним є прискорення розробки програмного забезпечення веб-додатку з можливістю використання систем або бібліотек автоматичного розпізнавання мови.

Проведений аналіз вимог до програмного забезпечення для представлення можливості роботи веб-додатку з голосовим інтерфейсом надає можливість роботи з класичною клієнт-серверною архітектурою.

Для виділення інформативних ознак мовного сигналу використовувалося дискретне перетворення Фур'є та спектральний аналіз. Навчання нейронної мережі виконувалося за допомогою алгоритму зворотного поширення помилки.

Використання прихованих моделей Маркова для розпізнавання мови засноване на двох припущеннях. Перше - голосовий потік може бути розбитий на фрагменти, що відповідають станам в прихованій моделі Маркова (параметри мовлення в межах кожного фрагменту вважаються постійними). Друге - ймовірність кожного фрагмента залежить тільки від поточного стану системи і не залежить від попередніх станів.

Вхідні дані розбиваються на невеликі тимчасові проміжки – фрейми. Побудова фреймів базується на умові їх перетину: кінець одного фрейму є початком іншого. Фрейми є більш придатною одиницею аналізу даних, ніж конкретні значення сигналу, тому що проводити аналіз хвилі набагато зручніше на деякому проміжку, ніж в конкретних точках. Наявність в мові деяких пауз (проміжків тиші) приводить до визначення деякого значення порогу. Розглядається декілька варіантів визначення порогу: константою (вихідний сигнал завжди генерується при одних і тих же умовах, одним і тим же способом); кластеризацією значення сигналу (тиша займає значну частину вихідного сигналу) та аналізом ентропії.

При розробці веб-додатку з голосовим інтерфейсом використовувалися вбудовані стандартизовані бібліотеки обраного програмного забезпечення.

За результатами дослідження розроблено програмний пакет, який надав можливість провести аналіз ефективності практичного використання обраних методів. Аналіз результатів показав, що крім спектральних характеристик, необхідно враховувати і динамічні особливості мови. Отриманий на виході програмний продукт успішно вирішив поставлену задачу.

## **Інтероперабельне середовище проектування компонентів комп'ютерних мереж**

Точилін В. В., Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем, Україна

Розробка та модернізація сучасної комп'ютерної мережі (КМ), не можлива без застосування програмно-інструментальних засобів імітаційного моделювання КМ, таких як, OmNet++ (<http://www.omnetpp.org/>), ns2 (<http://www.isi.edu/nsnam/ns/>), OPNET Network Planner (<http://www.opnet.com/>), тощо.

Для побудови моделі КМ, вказані засоби використовують внутрішню бібліотеку моделей компонентів КМ (моделі мережевого обладнання, протоколів, каналів зв'язку, та ін.). Якість побудованої моделі в значній мірі залежить від якості та наявності таких моделей компонентів КМ в бібліотеці програмно-інструментального засобу. Для якісного моделювання КМ програмно-інструментальний засіб повинен мати якісну і повну бібліотеку моделей компонентів КМ.

Однак, процес створення моделі компонента КМ потребує знання не тільки принципів роботи і експлуатаційних параметрів описуваного обладнання або протоколу, а також, принципів побудови моделей компонентів КМ для конкретного програмно-інструментального засобу та навичок програмування. Складність цього процесу спричиняє значні затримки з появою моделей нових протоколів та обладнання, високу ціну користування таким програмно-інструментальним засобом.

Для вирішення вказаної проблеми, автором розробляється середовище проектування, за допомогою якого можливо побудувати відсутні компоненти КМ без прив'язки до конкретного програмно-інструментального засобу та необхідності програмування. Для побудови моделей компонентів, у вказаному середовищі, застосовується математичний апарат узагальнених стохастичних мереж Петрі, які є широковідомим засобом імітаційного моделювання. Вказане середовище забезпечує інтероперабельність побудованої моделі (можливість застосовувати розроблену модель в різних програмно-інструментальних засобах імітаційного моделювання КМ).

Як засіб моделювання мережі Петрі мають багато переваг, а саме:

- Легкість побудови та редагування моделі, побудованої на базі мереж Петрі з її візуалізацією за допомогою графа.
- Аналізуючи властивості мереж Петрі, такі як, досяжність, обмеженість, активність и т. п., можна бути більш впевненим в коректності побудованої моделі.

З точки зору програмно інструментального засобу проектування КМ, компонент, створеного за допомогою інтероперабельного середовища нічим не відрізняється від стандартних бібліотечних компонентів і може бути присутній в моделі КМ. Однак, по суті він буде являти собою “Петрі машину” що виконує імітацію вказаної моделі Петрі в часі імітації всієї КМ. Пакети, які по каналах зв'язку приходять до такої моделі, перетворюються у маркер в вказаній позиції “входу” мережі Петрі. Маркери які потрапляють в позицію “виходу” перетворюються на пакет, який надходить в модель КМ.

Впровадження даного середовища дозволить уникнути очікування створення побудови необхідних компонентів та суттєво скоротити витрати на самостійну розробку.

## **Розробка тривимірної моделі та дослідження параметрів вертикального стрічкового верстата в середовищі Autodesk Inventor**

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

У наш час CGI-образи (Computer Graphics Imagery) оточують нас повсюдно: на телебаченні, в кіно і навіть на сторінках журналів. Комп'ютерна графіка перетворилася з вузькоспеціальної області інтересів вчених-комп'ютерників в справу, якій прагнуть присвятити себе безліч людей. Серед програмних комплексів тривимірної графіки, призначених для роботи на комп'ютерах типу PC, існують такі середовища як: AutoCAD, 3D MAX, КОМПАС-3D, Zbrush та ін.

У результаті розробки 3-D деталі було вивчено середовище Autodesk Inventor 2011, його інструменти й дію алгоритмів, стала зрозуміла логіка побудови деталей, їх зв'язки та сполучення.

Напівавтоматичний верстат Siloma V423H - це якісний верстат для прямого різання і можливістю розпилу під кутом 90 градусів. Ідеально підходить для різання не дуже габаритних заготовок чи листових матеріалів твердого походження, таких як: бронза, латунь, нержавіюча сталь, звичайна сталь, пластмас та ін. Станок універсальний, тому його застосування може бути досить широкого напрямку діяльності.

По загальній конструкції верстат складається з жорсткої рами, столу й рухомого вузлу, який в свою чергу складається з жорсткої рами, на якій розташовані два маховика, один з яких приводний а інший рухається за допомогою ріжучого полотна.

Приводний маховик здійснює обертання від двигуну через редуктор, тобто рух двигуну подається на редуктор, де в свою чергу через зубчасті колеса певного передавального числа обертають маховик, а так як на цьому маховику натягнуто ріжуче полотно, то другий, не приводний маховик обертається за допомогою ріжучої стрічки, тим самим забезпечує подачу полотна й регулює його натяг і чіткий напрям руху.

Основним принципом роботи цього верстату є встановлення на стіл заготовки круглого чи квадратного перетину, з розмірами яких можна ознайомитися в технічних характеристиках. Потім за допомогою гідравлічних затискачів заготовка фіксується, виліт заготовки, тобто розмір який необхідно відрізати регулюється упором, котрий переміщується поперек столу. За допомогою натискання кнопки приходиться у дію рухома частина рами, яка здійснює рух вздовж столу по напрямних і відрізає заготовку.

Зі стаціонарного пульта відбувається управління верстата, воно являє собою вибір швидкості, подачі різання - це необхідно для того, щоб різати різний метал, оскільки кожен метал має певні властивості і його необхідно обробляти на специфічних режимах різання, тому всі режими вибираються саме за допомогою керуючого пульта.

В процесі різання розігрівається полотно у зв'язку з тим, щоб не дати полотну лопнути або всіляко деформуватися при перегріванні на рухомій рамі верстату встановлений механізм охолодження, через який охолоджуюча рідина надходить на полотно безпосередньо в зону різання і охолоджує деталь з ріжучим полотном.

В роботі реалізовано 3-D модель цього верстату та реалізована візуалізація його роботи. Вивчено побудову деталей по двомірним кресленнях, операції, які виконуються над нами. Стала зрозуміла другорядна логічна побудова, така, як зв'язок і сполучення між деталями та збірками. Було вивчено та застосовано на практиці складання вузлів та підзбірок.

Подальша робота присвячена дослідженню параметрів даного напівавтоматичного верстату. Комп'ютерне моделювання дозволяє провести попередні дослідження вузлів об'єкту на міцність та гнучкість. Виявити поріг надійності елементів, з яких складається об'єкт, та параметри надійності усього верстату.

## **Комп'ютерна модель матеріальних потоків ливарного цеху та її дослідження**

Хомченко А. С., Дмитрієва І. С., Національна металургійна академія України, Україна

Для забезпечення ефективності сучасного ливарного виробництва вимагає постійне його вдосконалення у виробничому побудові цеху або ділянки.

В даний час застосування інформаційних технологій, таких як технологія швидкого створення прототипів, комп'ютерного моделювання процесу затвердіння виливки, є освоєними коштами підвищення ефективності організації конструкторсько-технологічної підготовки ливарного виробництва. Здавалося б, кошти тривимірного моделювання САД, САЕ, САМ і САРЕ покривають потреби конструкторів і технологів. Але на практиці часто виявляється, що навіть якщо виріб і всі технологічні процеси спроектовані вірно, реальне виробництво не обов'язково буде працювати з очікуваною ефективністю.

В результаті помилок при проектуванні виробництва та необхідності їх виправлення «за місцем» тривалість пусконаладжувальних робіт збільшується, витрачаються надмірні ресурси, виробничий план не виконується, а підприємство зазнає суттєвих збитків. Причинами цього є фактори, які не можуть бути враховані системами проектування, як би хороші і досконалі вони не були. Розроблена планування виробничих приміщень може бути оптимальна з точки зору використання площ, але не бути такою з точки зору матеріальних потоків. При цьому можуть виникати зайві переміщення матеріалів, великі транспортні плечі. А неправильне територіальне розміщення окремих елементів системи може призвести до того, що вузьким місцем всієї системи стане транспортна логістика, зовнішня або міжцехова, потреба в проміжному зберіганні або необхідність використання додаткових ресурсів.

Для механічних цехів один з важливих етапів моделювання - це моделювання механічних верстатів, конвеєрних ліній, роботизованих цехів, пневматичних і гідравлічних систем.

Сучасні засоби дозволяють повністю змоделювати і перевірити виробниче середовище ще до того, як хоча б одна фізична одиниця устаткування встановлена і запущена в експлуатацію.

Моделювання допомагає створити достовірну картину, необхідну для запуску систем управління всім виробничим обладнанням. Тут забезпечується процес безперервного створення і відпрацювання технології виробництва як складової частини всього життєвого циклу виробу.

Разом з тим, властивості матеріалів, а, отже, якість і працездатність саме на стадії ливарного виробництва формуються структура і якість виробів. Забезпечити конкурентоспроможність продукції можливо тільки за рахунок використання прогресивних технологічних процесів, обладнання, ефективних методів контролю і управління якістю, починаючи безпосередньо з ливарного виробництва.

Основним завданням роботи є розробка і оцінка цеху на етапі планування та розміщення обладнання.

Докладний упор зроблений на програму компанії Siemens, PlantSimulation. Створені цифрові моделі дозволяють проводити експерименти і опрацьовувати сценарії «що якщо» без втручання в роботу існуючих виробничих систем або (при використанні в процесі планування) задовго до впровадження реальних систем. Великий набір аналітичних інструментів (аналіз вузьких місць, статистичні дані та графіки) допомагає оцінити різні сценарії виробництва. Отримана інформація необхідна для швидкого прийняття правильних рішень на ранніх стадіях планування виробництва.

У роботі проведена добірка ефективного режиму роботи ливарного цеху. Проведена порівняльна робота по способам транспортування рідкого металу з печі до місця заливки. Проведена візуалізація двох ліній цеху: механізована і автоматична лінія.

## Новітні 4D-гіперхаотичні системи з комплексною динамікою

Чорний В. В., Дніпровський національний університет ім. О.Гончара, Україна

Дослідження різних гіперхаотичних систем впливає на різні сфери діяльності людини та дає можливість спрогнозувати природні явища. Так гіперхаотичні системи використовують для опису турбулентних потоків, деяких видів аритмій, приступів епілепсії, біологічних популяцій та ін.. Гіперхаотичні системи також оказують вплив на розвиток криптографічного шифрування та криптографічного аналізу. Таким чином дослідження кожної системи має великий вплив на ту чи іншу сферу дослідження та надає вагомий внесок для вивчення різних явищ.

Для дослідження було обрано нову чотиривимірну систему. Дослідження самої системи проводилося наступним чином: спочатку досліджувалися основні властивості системи. Так було встановлено, що досліджувана система є симетричною лише відносно однієї осі. Також аналітичним шляхом були встановлені умови, за яких нова система є дисипативною. Наступною властивістю, що необхідно було встановити, було знаходження точок рівноваги системи. Шляхом елементарних математичних обчислень було встановлено, що досліджувана система має лише одну тривіальну точку рівноваги. Далі необхідно було встановити стабільність знайденої точки рівноваги. Для виявлення стабільності було знайдені власні значення системи.

Після дослідження основних властивостей системи, цілю дослідження було описання динамічної поведінки системи при зміні вхідних параметрів системи. Найперше о чим потрібно зазначити, це залежність стану системи від значень показників Ляпунова. Таким чином, в залежності від значень цих показників, система може бути періодичною, квазіперіодичною, хаотичною та гіперхаотичною. Ця залежність виглядає наступним чином: досліджувана система є

- періодична, коли  $\lambda_1 = 0$  і  $\lambda_2, \lambda_3, \lambda_4 < 0$ ;
- квазіперіодична, коли  $\lambda_1 = \lambda_2 = 0$  і  $\lambda_3, \lambda_4 < 0$ ;
- хаотична, коли  $\lambda_1 > 0, \lambda_2 = 0, \lambda_3, \lambda_4 < 0$  і  $\lambda_1 + \lambda_3 + \lambda_4 < 0$ ;
- гіперхаотична, коли  $\lambda_1, \lambda_2 > 0, \lambda_3 = 0, \lambda_4 < 0$  і  $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_4 < 0$  (де  $\lambda_i$  – показники Ляпунова).

Наступним кроком було обчислення показників Ляпунова для системи при різних значеннях вхідних параметрів системи. На основі цих обчислень було побудовано спектри показників Ляпунова, що відображають динамічну поведінку цих показників при зміні різних параметрів.

Проаналізувавши спектри показників Ляпунова, було встановлено різні області значень параметрів, для яких система була періодичною, квазіперіодичною, хаотичною та гіперхаотичною. За допомогою цього аналізу було зменшено обсяг проведеної роботи для дослідження системи саме в стані гіперхаосу.

Так оглядаючи лише ті випадки, коли значення параметрів надавало системі стану гіперхаосу, були побудовані зображення аттракторів, які в залежності від значень вхідних параметрів повністю відрізнялися один від одного. Для того, щоб продемонструвати цю властивість, було зображено багато різних аттракторів у двох- і трьохвимірному просторі у різних системах координат.

Дослідження нової чотиривимірної гіперхаотичної системи насамперед насправді робить великий внесок у розвиток таких сфер, як шифрування даних та криптоаналіз. Розглядувана система є новою для використання у криптографії, тому використання досліджуваної системи може стати доцільним для розробки нового способу шифрування даних. Досліджувані властивості сприяють більш точному аналізу перспективності використання дослідженої системи у сфері шифрування та криптоаналізу.

## Розробка і дослідження системи «Цифрова бібліотека університету» на основі WEB-технологій

Шаповал О. С., Ключник І. А. Дніпропетровський національний університети залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Розвиток мережі Інтернет досягнув масштабів коли можна знайти будь-яку інформацію в декілька кліків у будь-якій точці світу. Сьогодні вже не можливо зберігати знання в звичайних друкованих книгах, натомість створюються складні системи пошуку та зберігання даних для бібліотек, які здатні за лічені секунди відфільтрувати та знаходити потрібну інформацію.

Створення подібних систем потребує пошуку і досліджень способів розподілу обчислювальних ресурсів сервера між клієнтами. При цьому важливо провести комплекс синтетичних навантажувальних тестів на систему зберігання та пошуку даних.

Серед подібних автоматизованих бібліотечних інформаційних систем (АБІС) - можна виділити: Koha, Absotheque Unicode, «Руслан», OPAC-Global, MAPK-SQL, Ирбис та інші.

Головним завданням в рамках бібліотеки - було створення централізованої і автоматизованої системи «Наукового профілю університету» та «Електронного каталогу». Застосована в бібліотеці університету АБІС «Ирбис» не дозволяє цього в повній мірі.

Науковий профіль університету потрібний для формування звітів з наукових публікацій для підрозділів університету та Міністерства освіти і науки України про наукову роботу університету.

В основі електронного каталогу до недавнього часу лежала система на базі консольного windows-додатка (АБІС «Ирбис») який виконувався на веб-сервері, як CGI-скрипт. Звичайно така реалізація є морально застарілою і не може бути інтегровано в єдину централізовану систему автоматизації бібліотеки із залученням сучасних інформаційних технологій.

В концептуально новій системі всі дані до Електронного каталогу надходять з АРІ шлюзу розробленого спеціально для АБІС «Ирбис» з метою синхронізації з даною АБІС.

Для обробки вхідних запитів від читачів бібліотеки з WEB-інтерфейсу, а також з Android додатку для смартфонів – був створений цілий комплекс додаткових засобів, які зав'язані на центральний WEB-додаток (сайт бібліотеки) на якому знаходиться центральний АРІ-шлюз. Завдяки чому вирішуються такі завдання, як:

- пошук наукових публікацій за бібліографічним описом, ім'ям та прізвищем автора, навчальним роком, роком видання, Google Scholar ID, Scopus ID, Web of Science ID, ORCID;
- пошук літератури за назвою, за роком видання, за ім'ям автора;
- створення і обробка заявок на видачу літератури в друкованому вигляді;
- завантаження літератури в електронному вигляді;
- збір статистики використання читачами сервісу для адміністрації бібліотеки;
- створення електронного словника для перекладу технічних термінів між українською, російською та англійською мовами.

Для подібних створених систем, характерна першочергова проблема - це робота при пікових навантаженнях. При створенні таких систем важливим фактором є час відповіді від сервера, який найчастіше залежить від рівня оптимізації програмного забезпечення. Наприклад програма Apache JMeter дозволяє у багатопотоковому режимі відслідковувати час відповіді від серверу.

Отже, створена системи «Цифрова бібліотека університету» на основі WEB-технологій, що містить в собі єдиний АРІ шлюз який поєднує окремі бібліотечні автоматизовані системи. Такий підхід дозволив створити легку в масштабуванні в майбутньому та кросплатформену систему. Дослідна експериментальна експлуатація дозволила оптимізувати роботу системи при пікових навантаженнях та в цілому збільшити її відмовостійкість.

## Статистичний та рекурентний аналіз природномовних текстів

Шинкаренко В. І., Демидович І. М., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Виявлення плагиату є однією з складових у сфері академічної доброчесності. Міністерство освіти і науки України за відповідним законом перевіряє на наявність заповнень у дисертаціях, дипломних роботах та наукових публікаціях. Складність питання полягає у тому числі і в тому, що для перевірки творів на плагиат або заповнення потрібно мати відповідний матеріал для порівняння. Це в достатній мірі ускладнюється багатомовністю джерел.

Дослідження присвячене інтелектуальній обробці та аналізу природномовних текстів та їх фрагментів. Його метою є виявлення схожості в документах, а також пошук їх порівняльних характеристик при вирішенні проблем виявлення підозри на плагиат та авторства тексту.

Для вирішення цих задач використовувались методи статистичного та рекурентного аналізу, показниками складності тексту окремо та разом. Також використовувались N-грами та аналіз по словах. Метод рекурентного аналізу часових рядів було адаптовано до аналізу природномовних текстів.

Для аналізу ефективності кожного з показників було створено чотири різні групи даних для подальшого аналізу. Для кожної з груп був сформований відповідний вектор: з результатами рекурентного аналізу тексту, з даними статистики частоти букв, вектор, що відображає дані про довжину всіх слів тексту в буквах і вектор, який об'єднує всі три перераховані вище в один загальний. Для коректності порівняння вектора були унормовані.

Для виявлення авторства текстів було сформовано навчальну та контрольну вибірки з 11 українських авторів. Для проведення експерименту була обрана художня література за її яскраво вираженої індивідуальності та достовірної інформації про авторство. Для кожного з авторів навчальної вибірки був створений усереднене значення по кожному з параметрів.

Створені образи текстів з контрольної вибірки на основі перелічених вище показників класифікувались з використанням методу найменшої відстані у просторі образів. Об'єкт, що класифікується відноситься до того класу, якому належить найближчий об'єкт навчальної вибірки.

Тексти оброблялись посимвольно, від 1- до 7 послідовних символів (N-грамів) та аналізу по словах включаючи їх закінчення.

Крім того, були проведені дослідження як перелічені вище характеристики проявляють себе у творах різних мов. Для цього була сформована ще одна навчальна вибірка з двох мов (української та англійської), кожна з яких містила по 10 творів різних авторів.

Встановлено, що визначені ознаки мають посередню ефективність при визначенні авторства. Лише в 85% випадків хоча б один з методів дозволяє встановити авторство. Модифікований метод рекурентного аналізу має той же рівень ефективності, як статистичний та аналіз складності. Найкращим є аналіз за частотою послідовності символів. Серед усіх використаних методів найкращий результат для виявлення авторства тексту надало використання 4-грамів.



## **Конструктивно – продукційне моделювання стохастичних процесів**

Шинкаренко В. І., Литвиненко К. В., Чигір Р. Р., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені В. Лазаряна, Україна

Наукові дослідження природних, соціальних, технічних, біологічних та інших систем у багатьох випадках спирається на їх інформаційний відбиток у часі – часових рядах. Останні умовно поділяються на детерміновані та стохастичні. Це визначається ступенем обізнаності про процеси, можливостями та обмеженнями засобів моделювання.

Враховуючи наявність у означених системах великої кількості складових, які в незначній мірі поодиноці, але досить значно в цілому впливають на перебіг процесів, також недостатки вимірювальних систем моделі стохастичних процесів домінують у наукових дослідженнях.

Пропонується для моделювання стохастичних процесів за їх часовими рядами виконувати засобами конструктивно-продукційного підходу. Класи задач, які можуть розглядатися в рамках цього підходу дуже широкий. Так, може розглядатися як пряма задача конструювання технічних систем, об'єктів з різних предметних областей, так і задачі відновлення образів, операцій, потоків, графів, схем, штучних та природних мов тощо. Формалізація вирішення перелічених вище задач може бути проведена через побудову відповідного конструктора.

Для задачі предметної області конструктор функціонує на множинах носія конструктора та сигнатури операцій над елементами носія з урахуванням інформаційного забезпечення про цілі конструювання, правила, обмеження, початкові умови та умови завершення конструювання на основі заданої онтології. Побудовані конструктивні об'єкти залежать від генеруючих механізмів, які включено до конструктора. Аксиоми та обмеження дозволяють враховувати особливості прикладних технічних задач.

В реальних предметних задачах деякі операції сигнатури конструктора можуть мати випадкові складові з певним рівнем інформованості про закон розподілу. Недостатня інформованість може бути двох типів:

- функція розподілу відома, однак недостатньо відомі значення параметрів конкретного розподілу;
- тип розподілу невідомий, але відомі моменти розподілу, або скінченна множина значень функції розподілу в деяких точках.

В рамках узагальненого конструктора виникає можливість формувати розв'язок задачі з одночасним врахуванням обох випадків недостатньої інформованості. Такі задачі виникають у випадках керування рухом на складних транспортних розв'язках з великою кількістю світлофорів, полос руху. Кожен вхідний потік транспорту характеризується параметрами законів розподілу, які залежать від часу суток, особливостей погодних умов, стану завантаження сусідніх магістралей і т.д. Ефективне керування вказаними транспортними задачами на базі штучного інтелекту може бути вбудовано конструктор, який відновляє часові ряди потоків та за алгоритмами сигнатури формує адаптивні протоколи керування транспортним рухом.

Перевагою конструктивно-продукційного підходу до моделювання такого роду задач є можливість природним чином зв'язати систему, яка моделюється з її елементами, зв'язками між ними з її інформаційною історією у вигляді часового ряду. Всі інші засоби моделювання абстрагуються від самої системи.

Оцінювання ефективності конструктора прикладної задачі та вирішення питання відносно того, чи буде такий конструктор за даних ймовірнісних умов досягати мети у породженні об'єктів предметної області на теперішній час є відкритою.

## Використання сплайн-регресійних моделей для аналізу часових рядів

Шумейко О. О., Іскандарова-Мала А. О., Дніпровський держаний технічний університет, Україна

Традиційно аналіз часових рядів передбачає, що дані містять систематичну складову (зазвичай включає кілька компонент) і випадковий шум (помилку), який ускладнює виявлення регулярних компонент.

Більшість регулярних складових часових рядів належить до двох класів: вони є або трендом, або сезонною складовою. Після виключення з тимчасового ряду цих двох компонент, залишається стаціонарний часовий ряд або ж не залишається нічого, тоді з'ясується, що ряд цілком складається з тренда або сезонної складової.

Для виявлення періодичності тимчасового ряду використовуються автокореляційні функції, ряд Фур'є і інші методи.

Тренд дає загальну систематичну лінійну або нелінійну компоненту, яка може змінюватися в часі. Сезонна складова періодично повторюється. Обидва ці види регулярних компонент часто присутні в ряді одночасно.

Для отримання тренду як правило, використовуються регресійні моделі, а у складних випадках – згладжуючі сплайни. Але задача отримання тренду не співпадає з задачею згладжування часового ряду, хоча, в деякому сенсі і може допомогти.

У даній роботі запропонована одна конструкція регресійних сплайнів, яка дозволяє ефективно знайти трендову складову часового ряду.

Отримана конструкція спирається на доведене твердження, що у разі, коли  $X(t)$  є третя первісна від інтегрованої функції  $x(t)$  ( $t \in [a, b]$ ) така, що  $X''(a)=0$ ,  $X'(a)=0$  і  $X(a)=0$ , то для фіксованого розбиття  $\bar{\Delta}_n = \{a + ih\}_{i=0}^{n-1}$  і множини  $\{X_i\}_{i=0}^n$ , де  $X_i = X(t_i)$ , параболічний "майже" регресійний сплайн (третя похідна "майже" інтерполяційного сплайну п'ятої степені  $S_5(\{\bar{c}_i\}_{i=-2}^{n+2}, \bar{\Delta}_n, t)$ ) буде мати вигляд  $(B_{r,h}(t))$ -В-сплайн порядку  $r$  по решітці з кроком  $h$

$$\bar{s}_2(x, \bar{\Delta}_n, t) = \sum_{i=-2}^{n+2} \left( X_i - \frac{1}{4} \Delta^2 X_i + \frac{13}{240} \Delta^4 X_i \right) B_{5,h}^{(3)}(t - a - ih). \quad (1)$$

Таким чином, якщо  $x_i$   $i=0,1,\dots,N$  часовий ряд з відліком в одиницю, то позначимо

$$S_{o,0} = 0, S_{o,i} = \sum_{j=0}^i x_j, (i=1,\dots,N), \quad S_{k,0} = 0, S_{k,i} = \sum_{j=0}^i S_{k-1,i}, (k=1,2; i=1,\dots,N).$$

та

Отримана множина  $\{S_{2,i}\}_{i=0}^N$  є дискретизацією первісної  $X(t)$ . Таким чином, по отриманій множині отримуємо наближенні значення, які входять у сплайн (1), і, як результат, маємо параболічний сплайн, який є регресійною моделлю даного часового ряду.

Запропонований метод був застосований до аналізу даних реєстрації електромагнітного випромінювання, яке виникає під час розриву суцільності ґрунту, у результаті порушення природної рівноваги залягання прошарків порід як на основі природних процесів, так і внаслідок діяльності людини і довів свою ефективність.

## Використання мікрокомп'ютерів Orange Pi 2G-IoT у якості сервера для Інтернету речей

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

Інтернет речей (Internet of Things, скорочено IoT) – це глобальна мережа підключених до Інтернету фізичних пристроїв – «речей», оснащених сенсорами, датчиками і пристроями передачі інформації. Сьогодні в світі налічується більше 16 млрд. підключених до Інтернету пристроїв. До 2022 року – це число досягне 29 млрд., і 18 з яких будуть пристроями світу IoT. Тому зараз є дуже нагальним підготовка фахівців які б змогли створювати апаратні та програмні засоби для автоматизації і управління різними пристроями (речами) як в промисловості, так і в домашньому побуті.

У зв'язку з вищесказаним на кафедрі комп'ютерних технологій Дніпровського національного університету був введений навчальний курс "Інтернет речей". Основним апаратним засобом для навчання студентів були вибрані одноплатні мікрокомп'ютери Orange Pi 2G-IoT. Цей мікрокомп'ютер створений на чіпі SoC RDA8810PL, який має ARM мікропроцесор Cortex-A5 с тактовою частотою 1ГГц, 256Кб кеш пам'яті другого рівня, 256Мб оперативної пам'яті LPDDR2, 512Мб флеш пам'яті SLC NAND, а також графічний прискорювач Vivante GC860. Він має адаптер бездротового зв'язку Wi-Fi 802.11b/g/n, Bluetooth 2.1/EDR на контролері RDA5991 та 2G GPRS модем. Є порт USB 2.0, і порт Micro-USB з підтримкою OTG для подачі живлення, мікрофон, 3-х піновий UART інтерфейс для послідовного порту, CSI роз'єм для підключення відеокамери та роз'єм для підключення LCD дисплея. На платі розташована 40-пінова гребінка роз'ємів SPI, I2C, ADC, GPIO, аналогічна Raspberry Pi B+. Габарити плати мають розмір 67×42мм і масу 35г.

Основною особливістю даного мікрокомп'ютера те, що він має вбудовану в NAND операційну систему Android. Можна також використовувати різні версії операційних систем Linux, які можна загрузити з флеш-карти формату microSD. В процесі експлуатації даних мікрокомп'ютерів виявилось, що вказані в паспорті дані про джерела живлення напругою 5В та струмом 2Ам в багатьох випадках не є достатніми для одночасного використання модема та WiFi. У зв'язку з цим було прийняте рішення використовувати джерела живлення які подають струм не менше 2.5Ам, що виявилось цілком достатнім як для повноцінної роботи.

Для передачі даних від «розумних» пристроїв сьогодні існує кілька спеціалізованих стандартів. Стандарт eMTC використовує мобільні мережі LTE, EC-GSM-IoT – мережі GSM, а NB-IoT – може використовувати будь-які мережі. Промислові стандарти є більш консервативними, тут найчастіше використовуються протоколи ModBus для передачі даних через послідовний порт та більш сучасний MBus, який для передачі даних може використовувати також Ethernet та WiFi.

У процесі проходження даного курсу студенти вивчають такі теми:

- 1) встановлення та налаштування операційної системи;
- 2) налаштування веб-сервера на nodejs;
- 3) зміна режимів функціонування WiFi;
- 4) забезпечення захисту даних;
- 5) протоколи ModBus та MBus;
- 6) збір даних з аналогових та цифрових пристроїв.

Після вивчення даного курсу студенти повинні знати сучасне апаратне та програмне забезпечення для вирішення конкретних задач Інтернету речей, вміти встановлювати та налаштовувати програмне забезпечення, розробляти конкретні сценарії збору інформації та управління цифровими та аналоговими пристроями. Студенти також поглиблюють свої знання з операційних систем Unix та Linux і будуть готові самостійно продовжити вивчення апаратних та програмних засобів у ході подальшого розвитку даного напрямку.

## **Нечеткие процедуры диагностирования параметров программных и технических комплексов**

Olexiy Zakharov, Unity Technologies, Copenhagen, Denmark

Скалозуб В. В., Клименко И. В., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина

Методы и процедуры диагностики состояний систем и процессов составляют значительную и важную компоненту многих технологических, программно-технических и экономических систем управления в различных отраслях деятельности. При этом задача диагностирования обобщенно заключается в определении одного или нескольких состояний сложных систем из заданного числа возможных. Из-за трудностей получения и большой стоимости оперативных и достоверных данных об оценках параметров систем на практике применяют подходы и модели нечеткого диагностирования. В качестве примеров объектов такого анализа в докладе указываются и исследуются следующие задачи. Контроль показателей качества версий программного обеспечения определенного назначения, а также оценка эффективности программных комплексов разработки игровых платформ. Следующее, получение оценок параметров процессов эксплуатации парков технических систем, например, электрических двигателей железнодорожной автоматики, что выполняется на основе диагностирования спектров рабочих токов и др.

В докладе обсуждаются задачи по математическому моделированию и программной реализации унифицированных процедур диагностирования параметров сложных информационных, технико-технологических и других процессов в случаях, когда существует один или несколько различных видов неопределенности их характеристик (многократная неопределенность) модели системы: случайность, нечеткость, интервальные оценки значений, их комбинации. При этом, как правило, осуществляется переход к однородным по неопределенности величин типам моделей. Здесь неизбежна потеря или искажение исходной информации. В докладе обсуждаются обобщения метода нечетко-статистического управления, ориентированные на решение расчетных задач (прогнозирование) и специализированных задач нечеткого и многократно неопределенного диагностирования. Такие модели обеспечивают объединение в форме модели нечеткого управления как априорной нечеткой, так и накапливаемой в системах управления статистической информации. Например, результаты спектрального анализа токов электрических двигателей можно считать стохастическими, а данные представлены электромеханиками являются нечеткими.

В докладе приведена типовая модель задачи и унифицированная процедура метода логического вывода, специализированного для нечеткого диагностирования. Процедура состоит из следующих стандартных этапов: - формирование наборов контролируемых параметров и диагностируемых состояний, которые в дальнейшем представляют термножества лингвистической переменной РЕЗУЛЬТАТЫ; - формирование функций принадлежности параметров термножествам значений переменной РЕЗУЛЬТАТЫ; - определение для каждого термножества весовых коэффициентов важности входных параметров; - получение значений контролируемого набора параметров, выполнение расчетов для набора значений функций принадлежности по каждому термножеству значений переменной РЕЗУЛЬТАТЫ; - далее, надо рассчитать значения результирующих показателей термножеств (возможных состояний) с учетом весовых коэффициентов активности правил для термов переменной РЕЗУЛЬТАТЫ.

Сформированная модель диагностирования представляет определенную форму метода Такаги-Сугено, где показатели активности правил являются результатами применения функциональных преобразований исходных данных, как правил логического вывода, при обобщении результатов на основе максимума активности правил.

## Обзор процесса разработки ПО в крупной IT компании

Sergiy Shpak, Tampa, USA

Компания, которую я представляю, насчитывает более 2500 работников, ведет разработку продуктов для обеспечения работы сетей мобильной связи.

В целом для крупных систем преобладает т.н. Waterfall процесс разработки. Применяется также agile процесс, который используется эпизодически для небольших research projects.

Основные факторы, которые на данный момент интересуют компанию:

- стабильность среды;
- оптимизация стоимости;
- строгое разделение ответственности между группами.

Стабильность среды обеспечивается использованием стандартных проверенных версий языков программирования, библиотек, аппликейшен систем. При этом обеспечивается быстрый поиск кадров для проекта как внутри компании, так и вне её.

Компании имеют в своем распоряжении закупленные программные средства, системы разработки, системы управления базами данных.

Закупка новых программных средств не приветствуется. Повторное использование имеющихся технологий убыстряет процесс и как правило не требует новых лицензий. Использование стандартных средств разработки значительно упрощает сертификацию готовых продуктов. В нашей компании закуплены лицензии Oracle, везде рекомендовано использование DB Oracle, Java, Weblogic app service)

Строгое разделение этапов между группами позволяет вести прозрачное планирование и контроль процесса разработки. Обеспечивается быстрое выявление проблем, оперативно усиление групп для их решения.

Группы получают возможность использовать опыт и решения с прошлых проектов, кроме того, возникает возможность назначать некоторые группы (например DBA) одновременно на разные проекты.

Процесс планирования и документооборот происходит на основе продуктов Microsoft.

Общий процесс выглядит так:

- группа архитекторов определяет структуру приложения, принимает решения о средствах разработки backend, frontend, базу данных;
- DBA group проектирует структуру базы данных;
- группа программистов разработчиков кодирует продукт;
- группа тестеров и контроля качества проверяет соответствие продукта требованиям и качество продукта.

Группа поддержки устанавливает и следит за функционированием продукта.

В процессе создания программного продукта создаются полностью изолированные группы серверов: система для разработки ghjlermf(dev environment); система для тестирования продукта; production системы, несколько (как минимум две), разнесенные в разные регионы, основная рабочая и резервные системы, обеспечивают непрерывное функционирование продукта.

Изоляция между системами происходит на сетевом уровне, чтобы исключить даже случайное воздействие на систему со стороны разрабатываемых или тест систем. Кроме того используется изоляция доступа для разных групп.

Таким образом дополнительная функциональность и все даже самые мелкие изменения не теряются, проходят стандартный цикл разработки и документирования.

Исходные коды хранятся в source control system, (в нашей компании SVN), благодаря этому полностью отслеживается история изменений и дополнений в коде, структуре DB и различных конфигурационных файлов.

## **Модели информационной технологии анализа и прогнозирования характеристик нерегулярных последовательностей состояний сложных систем**

Skalozub M.V., Genera Networks AB, Sweden

Скалозуб В. В., Мурашов О. В. Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина

Для многочисленных сложных социально-экономических, производственно-технологических и других процессов характерны нерегулярности последовательностей событий, которые их представляют. В связи с высокой сложностью и неопределенностью объектов анализа, неточностью задания границ систем и др., часто возможна только фиксация неравномерных во времени событий заданных категорий. Указанная неравномерность интервалов сказывается на возможностях их моделирования общеизвестными методами для анализа временных рядов, а также оценки адекватности и достоверности результатов, получаемых с помощью применения таких моделей. При этом для некоторых категорий процессов контролируемые состояния характеризуются наборами параметров, мониторинг и диагностирование которых может позволить выявить определенные критические состояния процессов в системах. На практике это может означать сбои или существенные отказы системы мониторинга и обслуживания. Нерегулярность событий, их распространенность и неполная определенность значений характеристик при контролях (неточность, нечеткость, частичные данные др.) существенно усложняют задачи моделирования и интерпретации таких процессов. В то же время требования по проведению дополнительных контролей могут значительно увеличивать потребности в ресурсах мониторинга или привести к отказу от возможных доходов в торговых и других процессах.

В качестве примеров таких процессов в докладе рассматриваются следующие: контроль лечения заболеваний на основе данных о последовательности осмотров больных, организация электронной торговли на основе предварительных заказов (е-торговля), формирование динамических профилей выплат клиентов банка и др. Приведены несколько видов примеров неравномерных последовательностей клинических данных, представленных по результатам длительного мониторинга состояний здоровья больных. При этом для каждого клиента системы обслуживания сформированы специализированные индивидуальные модели процессов лечения или же электронной торговли. Для анализа, диагностирования и прогнозирования критических (или же ожидаемых заданных) состояний рассматриваемых процессов в дальнейшем применяются новые нечеткие процедуры, которые обсуждаются в докладе. Эти же процедуры были применены для анализа и планирования процессов е-торговли, основанных на данных индивидуальных моделях покупок клиентов.

В докладе также обсуждаются некоторые возможности применения нового подхода для моделирования, анализа, прогнозирования и планированию нерегулярных во времени процессов с нечеткими характеристиками состояний. Особенность предлагаемого метода нечеткого моделирования состоит в предложенной форме учета временного интервала между контрольными событиями, как одной из составляющих вектора характеристик нерегулярных процессов. В этих моделях упорядоченными являются собственно контрольные события мониторинга процессов, а все их свойства включаются в вектор параметров наблюдений. Далее к таким упорядоченным последовательностям данных, отдельно для каждого свойства, применяются современные процедуры обработки нечетких временных рядов с равномерным шагом наблюдений (модели FTS, Fuzzy Time Series, первого и второго порядка). Получаемые при этом оценки свойств состояний «привязываются» к оценкам временного интервала, как значению нового момента реализации очередного события наблюдаемого процесса.

## **О проблемах вычисления времени задержки систем с запаздыванием и их реконструкции по известному временному ряду**

Белозеров В. Е., Зайцев В. Г., Сирык С. Ф., Днепровский национальный университет им. О. Гончара, Украина

Запаздывание реакции на входной сигнал и обратная связь с запаздыванием характерна для многих реальных объектов и процессов. При моделировании систем с запаздыванием требуется знать значения временных задержек, величина которых определяет динамику и свойства системы. Ее знание не менее определяющее и в вопросах построения модели системы, а также для предсказания поведения системы во времени, при изменении параметров и т.д. Требуется подчеркнуть, что для многих реальных процессов с запаздыванием, нет более-менее адекватной математической модели, а в качестве информации ее работы предлагаются данные снятые современными числовыми датчиками, т.е. в реальности имеем временной ряд (ВР). В своем предыдущем докладе «О некоторых проблемах рекуррентного анализа в задачах с запаздывающим аргументом» на конференции в 2016 г. авторами были освещены некоторые проблемы использования рекуррентного анализа для таких задач. Сегодня мы пытаемся продвинуть реальное исследование ВР, которое заключается в определении параметра запаздывания для данного временного ряда (если таковой существует). Для ее решения разными исследователями были предложены различные методы, основанные на применении регрессионного анализа, статистического анализа экстремумов ВР, оптимизации, информационные подходы, метод множественной стрельбы, адаптивной синхронизации, нелинейной динамики и т.д. Доступной, апробированной программной среды реализации для научного или коммерческого использования, по сути дела, нет. Анализ существующих идей, используемых при изучении вопроса определения параметра запаздывания, подводит нас к следующему алгоритму:

1. Для ВР определяется размерность пространства вложения  $m$ .
2. Начиная с системы 1-го порядка и до  $m$ -го известными методами (как минимум 2-3 методами) рассчитываем значение параметра задержки. Причем, обязательно одним из методов должен быть, например, метод ближайших соседей.
3. Если вычисленные значения параметра задержки совпадают, то это дает нам основание утверждать, что задержка найдена верно и продолжить дальнейшие исследования.

Следующим проблемой, после нахождения задержки, является проблема структурной идентификации процесса, в виде нелинейной системы обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). Это – известная проблема «черного ящика». Она хорошо решается, если мы найдем базис для нелинейной системы. В этом случае метод наименьших квадратов, почти всегда проводит нас к цели. Остается уточнить значения некоторых коэффициентов системы ОДУ. Для проверки адекватности полученных результатов моделирования по ВР использовались методы современной нелинейной динамики.

Отметим, что в настоящее время распространение получили методы разреженного моделирования, с помощью которых можно найти несколько вариантов решения задачи выбора базиса на основе информации о ВР. Одни из подходов предлагает решение данной задачи методами оптимизации. Однако такой подход будет требовать наличие очень мощного компьютера или кластера.

Отметим, что при решении задачи об определении параметра задержки были получены некоторые интересные результаты для ряда модельных задач.

## Информационная система для анализа работы аэротенков

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

Аэротенки являются одним из важнейших элементов в технологической схеме очистки сточных вод. При эффективной работе аэротенков уменьшается уровень техногенного загрязнения водоемов, куда сбрасывается, после очистки, сточные воды. Режим работы аэротенков – это сложный физико-биологический процесс. На эффективность работы аэротенков влияет большое количество факторов. Для анализа работы данных очистных сооружений используются математические модели различного уровня сложности. Как правило, применяются балансовые модели или одномерные модели, основанные на применении уравнения массопереноса. Эти модели используются инженерами, но они не позволяют учесть геометрическую форму аэротенка и наличия в нем различных конструктивных элементов. Использование коммерческих пакетов программ, типа АНСИС, требует значительных затрат компьютерного времени. Поэтому актуальной задачей является разработка информационных систем, позволяющих, методом математического моделирования, анализировать эффективность работы аэротенков при минимальных затратах компьютерного времени.

В работе представляется информационная система «AirTank» для анализа эффективности работы аэротенков. В основу разработанной информационной системы положены численные модели, которые разработаны на кафедре «Гидравлика и водоснабжение» ДНУЗТ.

Для оценки эффективности работы аэротенков используются следующие модели:

1. Модель потенциального течения.
2. Уравнения Навье-Стокса.
3. Уравнения Эйлера.

Процесс распространения загрязнителя в отстойниках рассчитывается на базе уравнения массопереноса. При этом используются такие уровни моделей:

1. Трехмерная модель гидродинамики течения + модель массопереноса. Данная модель позволяет учитывать размещение в аэротенке дополнительных пластин и других конструктивных элементов.
2. Двухмерная модель гидродинамики течения + модель массопереноса (модель учитывает сложную форму аэротенка, массоперенос загрязнителя, кислорода, активного ила и растворенного кислорода).
3. Одномерная кинематическая модель, которая учитывает массоперенос загрязнителя, кислорода, активного ила

Для численного решения моделирующих уравнений применяются следующие разностные схемы:

1. Метод А.А. Самарского.
2. Попеременно-треугольная разностная схема.
3. Метод Либмана.
4. Метод суммарной аппроксимации.

Для программирования разработанных математических моделей использовался алгоритмический язык FORTRAN.

В работе представлен комплекс результатов, полученных на базе разработанной информационной системы. Представленные результаты иллюстрируют, как изменялась эффективность работы аэротенков при изменении расхода и наличия в аэротенках дополнительных конструктивных элементов. Представлены результаты комплекса физических экспериментов, которые проводились на базе кафедры гидравлики и водоснабжения Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна.



## **Информационная технология оценки экологического ущерба при чрезвычайной ситуации в хранилище твердого ракетного топлива**

Беляев Н. Н., Сучинец С. Ю., Тесленко К. О., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина

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

Одним из крупных потенциально опасных химических объектов страны является Павлоградский химический завод. В настоящее время на территории Павлоградского химического завода находятся хранилища твердого ракетного топлива, в частности, баллистической ракеты РС-22 («Скальпель»). Важным вопросом является оценка размеров и интенсивности зон химического заражения при возгорании ракетного топлива в хранилищах. Как известно, спецификой горения данного топлива является то, что его нельзя погасить, т.е. процесс загрязнения атмосферного воздуха будет происходить до момента полного выгорания ракетного топлива. В этой связи использовать, для оценки интенсивности загрязнения атмосферного воздуха и территориального риска, модель Гаусса или модель ОНД-86 – нельзя, т.к. источник эмиссии в данном случае – «полунепрерывный».

Для оценки экологического ущерба в случае чрезвычайной ситуации в хранилищах твердого ракетного топлива, приводящей к загрязнению атмосферного воздуха разработана специализированная информационная система. Основу данной системы составляют разработанные численные модели. Первая численная модель разработана для решения задач данного класса в рамках масштаба «microscale». При оценке уровня загрязнения атмосферного воздуха в рамках данного масштаба учитывается влияние зданий хранилищ на формирование зон загрязнения. Моделирующими уравнениями являются уравнения массопереноса и аэродинамики.

Вторая численная модель разработана для оценки территориального риска в масштабе «urban». Она основана на применении двухмерного уравнения массопереноса. Для численного интегрирования уравнения массопереноса загрязнителя использовалась неявная попеременно-треугольная разностная схема. При построении разностной схемы осуществляется физическое и геометрическое расщепление уравнения переноса на четыре шага. Неизвестное значение концентрации загрязнителя на каждом шаге расщепления определяется по явной схеме – методу бегущего счета.

На базе разработанной информационной системы проведены расчеты по оценке территориального риска в случае возгорания одного снаряженного корпуса ракетного двигателя или нескольких корпусов в случае развития аварийной ситуации по принципу «домино» – возгорание в хранилище соседних снаряженных корпусов твердого ракетного топлива. Построены матрицы территориального риска для различных метеоусловий (скорость и направление ветра, наличие осадков).

Разработанные численные модели, составляющие основу созданной информационной системы, дают возможность оценить уровень экологического ущерба не только от неподвижных источников эмиссии химически опасных веществ, но и от движущихся источников. Поэтому разработанная информационная система была использована для оценки динамики загрязнения атмосферного воздуха при возгорании твердого ракетного топлива на этапе его транспортировки по территории Павлоградского химического завода. Методом вычислительного эксперимента получены данные о размерах, интенсивности зон химического заражения, формирующихся на территории предприятия. Получена оценка уровня загрязнения воздушной среды внутри производственных корпусов, куда может поступать загрязненный атмосферный воздух через систему вентиляции. Таким образом, получена экспертная оценка защитной функции зданий на территории Павлоградского химического завода.

## **Информационная система анализа и оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха при аварийных ситуациях на железнодорожном транспорте**

Беляев Н. Н., Тютюнник А. А., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина

Калашников И. В. ГП «Проектно-изыскательный институт железнодорожного транспорта Украины «Укрзалізницяпроект», Украина

Якубовская З. Н., Украинский государственный химико-технологический университет, Украина

В работе представлена разработанная информационная система для оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха при аварийных ситуациях на железнодорожном транспорте. Задачи данного класса являются крайне важными в области промышленной и экологической безопасности. Актуальность этих задач связана также с тем, что в стране возрос риск террористических актов, диверсий на химически опасных объектах, что представляет реальную угрозу.

В работе представлена разработанная информационная система, основанная на численном моделировании процессов аэродинамики и массопереноса. Данная информационная система позволяет решать следующие задачи в области промышленной безопасности:

– анализ и прогноз динамики формирования зон химического заражения при известном месте эмиссии химически опасного вещества. В рамках этой задачи рассмотрено моделирование загрязнения атмосферного воздуха в двух масштабах: масштаб «microscale» – загрязнение атмосферного воздуха вблизи опасного объекта и масштаб «urban» – рассеивание химически опасного вещества на расстоянии порядка нескольких километров от источника эмиссии. При решении данной задачи использовались уравнения потенциального течения и конвективно-диффузионного рассеивания химически опасного вещества в атмосферном воздухе. Уравнения для потенциала скорости численно интегрируются с помощью попеременно-треугольного метода Самарского и схемы условной аппроксимации. Выполнена программная реализации построенных численных моделей. В рамках данного направления также решается задача прогноза территориального риска при аварийной эмиссии опасных веществ;

– решение обратных задач в области химического загрязнения атмосферного воздуха. Данный подход основан на решении сопряженного уравнения. Такой подход позволяет получить информацию о поясе безопасности для объекта, который может стать целью террористической атаки с применением химических (биологических) агентов. Сопряженное уравнение позволяет, путем проведения только одного расчета, определить границу, до которой выброс химического агента не приведет к тяжелым последствиям на объекте атаки, за этой границей – выброс химического агента может привести к интенсивному загрязнению атмосферного воздуха возле объекта атаки.

В работе представлены результаты решения комплекса прикладных задач:

1. Оценка территориального риска на открытой местности в случае аварийной эмиссии химически опасных веществ в условиях застройки.

2. Оценка территориального риска внутри помещений в случае аварийной эмиссии химически опасных веществ в условиях застройки при затекании токсичного газа внутрь зданий.

3. Определение мест эмиссии опасных веществ, приводящих к наиболее тяжелому химическому заражению местности.

4. Анализ интенсивности химического заражения атмосферного воздуха в случае низких выбросов химических агентов.

Особенностью разработанной информационной системы является быстрота расчета. На решение прикладной задачи требуется порядка 5-10 с компьютерного времени.

## **Информационная система оценки ущерба при аварийных разливах на транспорте**

Беляева В. В., Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара, Украина

Долина Л. Ф., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина

Железнодорожный транспорт осуществляет перевозку в больших объемах химически опасные грузы. При такой транспортировке возможны различные аварийные ситуации, последствием которых могут быть аварийные разливы. Возникает важная задача расчета экологического ущерба при таких разливах.

Наиболее часто химическому загрязнению подвергается атмосфера и грунт. Второй зоной загрязнения становятся подземные воды. В работе представляется информационная система оценки ущерба при аварийных разливах на транспорте, позволяющая рассчитать зоны загрязнения в атмосферном воздухе, грунте и в подземных водах. На основании такой информации можно определить величину экологического ущерба. Для прогнозирования уровня загрязнения атмосферы и оценки экологического ущерба используется модель Гаусса. С помощью разработанного кода имеется возможность научно-обоснованно рассчитать экономический ущерб, как от подвижных источников загрязнения на железной дороге, так и от стационарных. В работе также представлена новая численная модель для расчета экономического ущерба при загрязнении грунта. Модель основана на применении одномерного уравнения фильтрации и массопереноса загрязнителя по порам грунта. Также представлена модель для прогнозирования уровня экологического ущерба при масштабной эмиссии загрязнителя на поверхность земли. Для решения этой задачи необходимо определить поле скорости подземного потока под зоной разлива и решается задача массопереноса. Для расчета поля скорости подземного потока используется плановая модель фильтрации. Численное интегрирование моделирующих уравнений проводится с помощью неявных разностных схем. На основе построенных численных моделей создан специализированный пакет программ. Данный пакет программ может быть использован для решения следующих задач в области охраны окружающей среды:

1. Моделирование загрязнения подземных вод при утечках на пунктах заправки (слива) цистерн.
2. Моделирование загрязнения подземных вод при интенсивных аварийных разливах на транспорте.
3. Оценка экологического ущерба с учетом динамики загрязнения подземных вод при длительной утечке поллютанта из хранилищ (хранилище нефтепродуктов, жидких отходов и т.д.).
4. Прогнозирование изменения режима подземных вод и соответствующего изменения динамики их загрязнения при интенсивных осадках или промывке грунтов.

Кроме перечисленных классов задач созданная численная модель и пакет программ позволяют решать дополнительные задачи:

1. Оценка влияния подачи нейтрализующих растворов на ликвидацию зон загрязнения в подземных водоносных горизонтах и расчет экономического эффекта от применения этой технологии.
2. Оценка влияния дренирующих скважин на ликвидацию зон загрязнения в водоносных горизонтах и расчет экономического эффекта.
3. Оценка влияния защитных сооружений и мероприятий на локализацию зон загрязнения в подземных водах и расчет на этой базе возможного экологического и экономического эффекта.

Представляются результаты решения прикладных задач по оценке экологического ущерба при различных видах аварийных разливов на железнодорожном транспорте.

## Имитационное моделирование процесса принятия оптимального решения в условиях конфликта

Гасанов З. М., каф. «Прикладная математика», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина

При решении ряда практических задач приходится анализировать ситуации, в которых сталкиваются интересы двух(или больше) сторон, которые преследуют разные цели, причем результат любого действия каждой из сторон зависит от того, какое решение выберет противник. Такие ситуации принято называть **конфликтными**. Любая ситуация, которая складывается в ходе военных действий, некоторые ситуации в экономике, например, между конкурирующими торговыми фирмами, промышленными предприятиями, трестами, монополиями и т.д., в судопроизводстве, в спорте и в других областях человеческой деятельности, являются конфликтными.

Математически задача принятия решения в конфликтных ситуациях моделируется как игровая задача  $\langle X, Y, Z \rangle$ , где  $X$  – множество возможных решений(стратегий) условно, так называемого, первого игрока,  $Y$  – множество возможных решений(стратегий) второго игрока,  $Z = Z(x, y)$  – функция выигрыша одного из игроков, например, первого при  $x \in X, y \in Y$ . Рассматривается игра, в которой первый игрок имеет  $n$ , так называемых, чистых стратегий(ходов)  $A_i, i = 1, \dots, n$ , а второй игрок  $m$  чистых стратегий(ходов)  $B_j, j = 1, \dots, m$ . Функция  $Z = Z(x, y)$  определяется с помощью, так называемой, платежной матрицы  $a_{ij} = Z(A_i, B_j)$  – выигрыша первого игрока, если он выберет свою чистую стратегию  $A_i, i = 1, \dots, n$ , а второй выберет свою чистую стратегию  $B_j, j = 1, \dots, m$ .

При такой постановке эта задача не всегда имеет решения, так как стороны всегда имеют возможность противодействовать(выбрать свою конкретную оптимальную стратегию) противнику и в результате компромиссная пара решений  $(A_i, B_j)$  отсутствует.

В таком случае предлагается решить задачу, применяя, так называемые, смешанные стратегии

$$x = (x_1, \dots, x_n), y = (y_1, \dots, y_m), x_i \geq 0, y_j \geq 0, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, m,$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1, \sum_{j=1}^m y_j = 1,$$

где  $x_i = p(A_i), y_j = p(B_j)$  – вероятности выбора сторонами соответствующих чистых стратегий. Отсутствие какого-нибудь обмена информацией между сторонами делает их случайные выборы независимыми, поэтому функция выигрыша первого игрока представляет собой математическое ожидание

$$M(x, y) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij} x_i y_j.$$

Согласно теореме Неймана о минимаксе, такая задача всегда имеет компромиссное решение  $(x^*, y^*)$ , которое находится с помощью линейного программирования.

В результате колебаний рыночных цен и различных форс-мажорных ситуаций элементы платежной матрицы могут быть случайными. Тогда выбор компромиссного решения  $(x^*, y^*)$  при заранее неизвестной платежной матрице усложняется. В этом случае, предлагается применить методы имитационного моделирования с генерацией возможных значений элементов платежной матрицы. Окончательное решение стороны принимают после проведения серии экспериментов.

## **Особенности информационного моделирования технологии работы на трехмерных реконструкциях железнодорожной станции**

Головнич А. К., Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель, Республика Беларусь

Многие технологические операции, выполняемые на железнодорожной станции по пропуску и переработке поездопотоков основываются на физических процессах взаимодействия объектов подвижного состава и пути. Движение с установленной скоростью, разгон, торможение в составе поезда, сталкивание вагонов в подгорочном парке при ролпуске с горки обусловлены множественными воздействиями внешних сил и внутренними реакциями различных опор. Повторяемость технологических операций позволяет рассматривать железнодорожные станции как теоретически эффективную и практически продуктивную площадку для результативного моделирования целого ряда процессов замкнутого цикла. Полноценная имитация технологии работы станции может быть получена при качественном воспроизведении исходных силовых воздействий. По итогам расчетов можно определять величины характеристик координатного положения объектов или внутреннего их состояния, что позволит по вычисляемым результатам через заданные промежутки времени реконструировать динамические процессы передвижения вагонов на станции, рассчитывать возникающие напряжения в рельсах и шпалах и др. Трехмерная инсталляция объектов железнодорожной станции рассматривается как удобный способ представления результатов расчета, обладающий высокой эффективностью натурализации процессов, выражающийся в реалистичности и наглядности различных форм станционных объектов, вовлеченных в технологические операции. Восприятие 3D-образов как псевдореальности обеспечивает оперативному работнику психологический комфорт, способствующий уверенному управлению технологическими процессами и принятию правильных решений как адекватных реакций на возникающие ситуации.

Современный уровень развития информационных технологий обеспечивает возможность использования программных сред, имитирующих действие различных физических законов. Воспроизведение физических явлений в таких информационных средах позволяет одновременно реконструировать положения большого числа объектов, что создает у наблюдателя иллюзию полной реалистичности внешнего вида и динамики модельных объектов.

Реалистичность воспроизведения форм 3D-объектов станции определяет только одну сторону задачи реконструкции модельного мира. Принципиальным является вопрос о внутреннем содержании симуляций действия физических сил тяготения, инерции, трения. Для моделирования процессов на железнодорожной станции в 3D-реконструкции основным критерием качества эмуляций физических явлений должно быть определенное некоторой количественной мерой соответствие модельных и наблюдаемых в реальности технологических явлений. Рассчитанные и действительные состояния виртуальных тел и их прототипов при одинаковых исходных позициях зависимых параметров должны совпадать с достаточной точностью.

Разработка имитирующего алгоритма реконструкции технологических процессов на железнодорожной станции подразумевает построение некоторого механизма взаимодействия модельных тел, приводящих к адекватному действительности изменению их состояний, определяемых соответствующими признаками объектов. Определенная технологическая операция, выполняемая на железнодорожной станции, рассматривается как интегральная конструкция соответствующей последовательности физических процессов, в которые вовлечены станционные объекты, а качество динамической 3D-модели станции в целом будет зависеть от глубины и детализации воспроизведения физических эффектов.

## Моделирование технологических процессов с помощью языка UML

Горбова А. В., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна

На сегодняшний день трудно представить отрасль, где бы не возник вопрос информатизации промышленных объектов. Железнодорожный транспорт также не является исключением. Внедрение всевозможных АСУ, баз данных и других средств информатизации нашло свое применение в современном мире.

Рассмотрим моделирование предметной области для железнодорожного транспорта. Чтобы получить проект информационной системы, необходимо иметь целостное, системное представление модели, отражающей все аспекты функционирования будущей системы. При этом под моделью предметной области понимают систему, имитирующую структуру или функционирование изучаемой системы. Оценочные аспекты моделирования связаны с определением эффективности внедрения автоматизированных процессов на объекте.

Для описания технологических процессов работы железнодорожных станций предложены различные подходы. К ним относятся метод конечных автоматов, теория графов, объектно-ориентированный подход, диаграммы Ганта, сети Петри, моделирование технологических процессов с помощью диаграмм Харела.

Формальное описание работ, которые выполняются на железнодорожной станции, как правило, оказывается громоздким и запутанным. Его упрощение, представление технологических процессов в явном и простом виде, является актуальной задачей.

Предложен подход к проектированию технологических процессов работы станции, основанный на их представлении с помощью языка UML. Диаграммы языка универсальны, они подходят для описания любого процесса, и просты. Для моделирования технологического процесса станции на логическом уровне в языке UML используются две диаграммы — состояний и действий.

Диаграмма состояний описывает распределение ресурсов и изменение состояния объекта, тогда как диаграмма действий в языке UML больше подходит для описания операций технологических процессов железнодорожных станций. Диаграмма является графом, которому можно сопоставить некоторый автомат. Между диаграммами действий и состояний есть следующие отличия:

- на диаграмме действий можно выделить как состояния, так и показать действия, а действия в свою очередь можно представить в виде новой диаграммы состояний или действий, получая вложенность диаграмм;
- диаграмма действий имеет в наборе инструментов для представления оператор «выбора»;
- на диаграмме действий можно показать параллельность процессов;
- на диаграмме действий есть возможность представления синхронизации процессов (работ).

Предложенный подход дает возможность формального описания и моделирования железнодорожных станций разных типов с применением аппарата математико-алгоритмического конструирования. Практически это позволяет получить на основе экспериментальных решений структурные схемы технологически процессов работы железнодорожных станций разных типов и различной комплектации.

## **Использование информационных технологий для анализа взаимодействия токоъемника электровоза с контактным проводом электросети**

Каплюк И. И., Белорусский государственный университет транспорта, Беларусь

В настоящее время задача обеспечения надежного и качественного токоъема электрическим подвижным составом на железной дороге решается на основе компьютерного моделирования динамических процессов, сопровождающих взаимодействие токоъемника с контактным проводом. Современные теоретические и экспериментальные исследования токоъема направлены на решение следующих задач: исследование кинематики токоприемников; регулирование силы нажатия токоприемника на контактный провод; изучение процессов, происходящих в зоне контакта между контактным проводом и токоъемной вставкой токоприемника с учетом механических и электрических явлений; изучение аэродинамики конструкций; анализ распространения колебаний в проводах контактной сети с учетом их расположения и способов крепления. Научные исследования в данной области посредством использования современных информационных технологий в таком случае выступают в качестве альтернативы лабораторным испытаниям и позволяют производить техническую оценку изделий (токоприемников или элементов контактной сети) при комплексном учете процессов и факторов, сопутствующих токоъему.

Для определения путей повышения долговечности токоъемника и контактного провода необходим анализ контактного взаимодействия с учетом механических, тепловых и электрических явлений. Несколько лет назад появились программные продукты, которые позволяют осуществить такой анализ. Некоторые исследования моделирования токоъема проведены в таких комплексах инженерного анализа, как ANSYS Workbench и Comsol Multiphysics. Целью нашего исследования стала разработка и анализ конечно-элементных моделей контактной пары «провод - токоъемная вставка» в среде программного комплекса ANSYS.

Ввиду значительной сложности задачи динамического контактного взаимодействия тел, связанной с постоянным смещением площади контакта относительно провода, было разработано несколько вариантов моделей взаимодействия токоприемной вставки и контактного провода. На первом этапе была создана конечно-элементная модель для анализа напряженно-деформированного состояния угольной вставки с целью последующего конструктивного ее улучшения. В результате вычислений получены распределения напряжений и деформаций в проводе и накладке. Установлено, что наибольшие эквивалентные напряжения наблюдаются в проводе и при наличии незакругленных ребер на вставке возможно выкрашивание графита.

Затем разработаны модели стационарной нелинейной задачи теплообмена в ANSYS Mechanical. В ходе вычислений данной модели установлено, что тепловой поток быстро распространяется по контактному проводу вследствие его высокого коэффициента теплопередачи. Дальнейшее исследование модели проводилось в среде пакета ANSYS Workbench. В результате разработана конечно-элементная модель, позволяющая осуществить совместный анализ полей напряжений и температур при влиянии сухого трения в процессе скольжения токоъемной вставки электровоза вдоль провода электросети. Определено, что заметное увеличение температуры провода наблюдается только вблизи области контакта. Также показано, что пятно нагрева перемещается при движении вставки.

Проведен анализ с целью установления возможности применения пакета ANSYS Maxwell для решения задачи о протекании тока через скользящий контакт между контактным проводом и токоприемником с учетом силы прижатия.

Разработанные модели обнаруживают соответствие реализуемым на практике значениям и могут быть использованы в качестве исходных данных для последующего анализа, а также для усовершенствования конструкции узла токоъема.

## Исследование инструментальных средств сбора трассировки приложений

Колодка В. А., ДНУЖТ, Украина

С развитием информационных технологий к ним предъявляются все более серьезные требования к производительности, а также к уровню энергопотребления, который напрямую влияет на финансовые затраты на поддержку сервера. Особенно это касается серверов, которые должны быть способны работать под большой нагрузкой, обрабатывая тысячи запросов в секунду. Однако ошибки, допущенные в процессе разработки, могут привести к значительному ухудшению производительности, вследствие чего время на обработку одного запроса будет существенно увеличено.

Веб сервер имеет лимит количества запросов, которые он может обрабатывать одновременно. И если сервер подолгу обрабатывает каждый запрос, лимит будет исчерпан. В таком случае, вновь поступающие запросы не будут обработаны, либо будут обработаны с существенной задержкой, что может привести к финансовым потерям. Проблема актуализируется из-за постоянно растущего распространения вычислительных единиц, таких как смартфоны, часы, камеры и многие другие виды устройств.

При возникновении проблем производительности и скорости обработки запросов часто производят экстенсивное расширение вычислительных ресурсов. При этом нагрузка равномерно распределяется между несколькими работающими серверами с помощью балансировщиков. Такое решение применяется наиболее часто за счет относительной простоты его внедрения, однако имеет ряд недостатков. Растет сложность поддержки нескольких серверов в рабочем состоянии, развертывание новых версий программ на них, и ряд других проблем. С финансовой стороны, такие сервера требуют дополнительных средств на их обслуживание. С большим количеством серверов растет количество потребляемой энергии, что также ведет к повышенным финансовым затратам.

С другой стороны, для ускорения времени обработки запросов программа может быть доработана путем поиска и устранения узких мест в производительности (процесс оптимизации). Для проведения такого процесса необходимо проанализировать различную информацию о ходе выполнения процесса, собранную во время его выполнения. Скорость проведения процесса оптимизации может быть увеличена путем использования разработчиками инструмента, который во время работы процесса соберет наиболее ценную информацию о выполнении процесса, которая может быть полезна для выявления узких мест. Такими узкими местами могут быть не освобожденные объекты ядра, не закрытые сокеты, избыточные веб запросы, использование неэффективных структур данных и многие другие.

Одним из способов упрощения диагностики и анализа процесса может быть использование журнальных файлов, которые пишутся в ходе работы процесса. Однако такая функциональность должна быть предусмотрена разработчиком, и записанные журнальные файлы будут содержать только ту информацию, запись которой была запланирована в ходе разработки. Такие журнальные файлы будут содержать лишь поверхностную информацию, малопригодную для поиска возможных точек оптимизации программы.

В работе предложен программный комплекс, который позволяет собрать различную трассировочную информацию процесса в его эксплуатационной среде, такую как дампы оперативной памяти, системные вызовы, выделенные объекты ядра, сетевая активность и другие. Собранных трассировочных данных достаточно для воспроизведения состояния во вновь запущенном (новом) процессе в виртуальной среде. Таким образом, разработчик имеет возможность поэтапно и наглядно исследовать процесс. Восстановление состояния процесса происходит путем применения точек восстановления, которые формируются в ходе выполнения исходного процесса путем группировки трассировочных данных.

Исследованы средства виртуализации процессов операционной системы Windows. Такие средства позволили эмулировать побочные события, которые происходили в момент первоначального запуска исследуемого процесса. Примером таких событий может быть обращение к API для получения текущей даты и времени. Для воспроизведения условий возникновения проблемы необходимо обеспечить возврат таким API именно той даты, которая была на момент записи исходного процесса.

Разработанная система позволит собрать информацию о ходе выполнения программы, которая может быть использована для дальнейшего экспертного или автоматического анализа, целью которого является поиск возможных причин ухудшения производительности программы.



## Параллельный алгоритм для решения задач глобальной оптимизации

Косолап А. И., Билык М. А., ДВНЗ Украинский государственный химико-технологический университет, г. Днепр, Украина

Современная вычислительная техника почти исчерпала свои ресурсы увеличения быстродействия с одним процессором. В практику вычислений уже давно вошли многоядерные процессоры, многопроцессорные вычислительные системы, кластерные системы и компьютерные сети. Все это требует разработки параллельных вычислений. Несмотря на то, что курсы по параллельным вычислениям уже давно вошли в учебные программы университетов, здесь еще много остается нерешенных проблем.

Перспективной областью разработки параллельных алгоритмов являются задачи глобальной оптимизации. Действительно, допустимую область в этих задачах можно разбить на непересекающиеся подобласти и на каждой подобласти решать независимо задачу оптимизации. Возникает вопрос, как разбить допустимую область на части. В общем случае, такие области имеют довольно сложную структуру и часто найти точку, принадлежащей этой области, является проблемой. Другой вопрос связан с остановкой процесса разбиения. Необходимо найти критерии такого останова, при котором будет найдено решение задачи глобальной оптимизации. Учитывая эти проблемы, разработать эффективный параллельный алгоритм для глобальной оптимизации проблематично.

Выход был найден в преобразовании задачи глобальной оптимизации к более простой задаче. Для этого используем точную квадратичную регуляризацию. Добавление квадрата евклидовой нормы вектора с положительным коэффициентом к нелинейной функции преобразует ее на ограниченной области к выпуклой функции. Допустимая область задачи глобальной оптимизации задается нелинейными неравенствами или равенствами функций. Если эти функции становятся выпуклыми, то выпуклой будет и допустимая область. Для выпуклой допустимой области легко найти допустимую точку.

Таким образом, точная квадратичная регуляризация позволяет преобразовать задачу глобальной оптимизации к максимизации нормы вектора на выпуклой области. Это более простая задача, чем исходная и в некоторых случаях она становится одноэкстремальной или сводится к ней. Тем не менее, существуют классы прикладных задач, содержащие  $2^n$  или  $n!$  локальных экстремумов. В таких случаях и преобразованная задача будет многоэкстремальной. Ее решение сводится к поиску точки максимума на поверхности шара в положительном ортанте. Если известна точка максимума на поверхности шара, возможно локального, то эта точка образует  $n$  сегментов шара с центром в начале координат. Один из этих сегментов будет содержать точку глобального максимума. Каждый такой сегмент однозначно определяется секущей. Поэтому будем хранить эти секущие в буфере задач. Каждый процессор выбирает из буфера секущую и решает задачу оптимизации на соответствующем сегменте. Если решение достигается в точке, образующей сегмент, то данный сегмент исключается из буфера. Если же в сегменте будет найдена новая точка максимума, то эта точка разбивает данный сегмент на  $n$  подсегментов, которые записываются в буфер. Исходная задача будет решена, если буфер будет пустым.

Если взять число процессоров равным размерности задачи, то время решения задач на разных сегментах будет мало различаться. Фиксированным будет также время чтения-записи секущей в буфера. В связи с этим, при проектировании многопроцессорной системы можно выбрать такое быстродействие процессоров, при котором очередь к буферу будет минимальной. Это достигается путем построения простого алгоритма.

Особенно эффективным данный параллельный алгоритм будет для задач с глобальным экстремумом, который существенно отличен от локальных экстремумов. Поиск таких глобальных экстремумов представляет наибольший интерес при решении практических задач.

## Инженерная методика оценки показателей надёжности компьютерных систем в нечетких условиях

Косолапов А. А., Ивин П. В., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина

Современный этап развития компьютерных систем и сетей характеризуется усложнением их программно-технических структур, в которых используются технические средства различных производителей. Интеллектуализация информационных систем привела к появлению их нового класса – интеллектуальных транспортных систем. В них одним из основных требований выступает обеспечение высокой надёжности функционирования.

Однако, показатели надёжности, используемых в системах устройств и модулей, неизвестны либо нечёткие, основанные на экспертных оценках. В таких случаях часто используют математические модели нечёткой логики Л. Заде, арифметику обработки нечётких чисел А. Кумара для треугольных и трапециевидных функций принадлежности, либо унифицированное представление А. Косолапова. Это приводит к упрощению получения коэффициентов готовности для сложных структур, в то же время, вызывает трудности получения временных функций, в частности, вероятности безотказной работы (ВБР) системы за время  $t$ .

Известные подходы основаны на компьютерном моделировании в MATLAB с использованием алгоритм Левенберга — Марквардта для нелинейного метода наименьших квадратов (А. Ефремов, А. Нгуен и др.). Поэтому, актуальной является задача поиска простого метода оценки ВБР в условиях неопределённости. В работе предлагается метод оценки ВБР в виде функции  $f$ (вероятность, время, принадлежность  $\mu$ ).

Допустим, дана блок-схема надёжности некоторой системы, состоящей из шести элементов, в которой используются последовательные соединения элементов, а также «горячее» и «холодное» резервирование. Ниже приведены шаги алгоритма вычисления нечеткой ВБР системы:

1) задаем предельное время анализа  $T_{\max}$  и шаг времени  $\tau$ . Расчет значений нечеткой ВБР будет производиться в моменты времени  $t_i = i * \tau$ ;

2) задаём значение приращения по степени принадлежности  $\Delta\mu$ . Расчет значений нечеткой ВБР будем производить для  $\alpha$ -сечений уровней  $\mu$  от 0 до 1;

3) с помощью метода обработки экспертных оценок Саати (метод парных сравнений) формируется функция принадлежности для всех дискретных моментов времени  $t(i)$ ;

4) для каждой пары  $\{t(i), \alpha(j)\}$  с помощью арифметических операций над нечёткими числами и данных об элементах и структуре системы получаем значения левой и правой границ  $\alpha$ -сечения нечеткой ВБР; сохраняем эти значения в матрицах;

5) упорядоченные тройки чисел  $\{t(i), \alpha(j), R_{\text{лев}}\}$  и  $\{t(i), \alpha(j), R_{\text{прав}}\}$  являются координатами точек, используемых для построения трехмерной поверхности, представляющей собой график функции нечеткой ВБР системы.

В результате предложенных решений удалось упростить процесс оценки временных показателей надёжности (приведен пример для ВБР) за счёт использования арифметики нечётких чисел А. Кумара, метода парных сравнений Саати и трапециевидных функций принадлежности для ВБР.

Вся обработка данных для оценки показателей надёжности сложных программно-технических систем формализована и реализована в виде интерактивных электронных таблиц. Это позволяет применять их в мобильных условиях с использованием планшетов и современных смартфонов.

## **Об использовании стандартов описания онтологий при разработке баз знаний интеллектуальных систем**

Лобода Д. Г., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, Украина

В настоящее время существует множество инструментальных средств для разработки онтологических моделей. На нижнем уровне, для описания онтологий все они используют определенные стандарты.

В работе предложено два варианта классификации стандартов описания онтологий: по синтаксическому критерию и по структурному критерию.

Группу, сформированную по первому критерию можно условно разделить на две подгруппы - «Традиционные варианты синтаксиса» и «Синтаксис разметки». К подгруппе «Традиционные варианты синтаксиса» приобщены стандарты, которые использовались в основном на раннем этапе развития онтологических моделей (CL, CycL, KIF, LOOM и др.). А подгруппа «Синтаксис разметки» включает стандарты и языки, использующие для кодирования знаний более современный подход - принцип разметки (данные языки опираются преимущественно на XML). Сюда необходимо отнести DAML+OIL, OWL, OBO, SADL, SHOE.

В группе, сформированной по второму критерию целесообразно выделить следующие подгруппы - фреймовая, дескрипционная, логика первого порядка. К подгруппе «Фреймовая» относятся языки, полностью или частично, основанные на фреймовой концепции (наиболее известные - F-Logic, KM, OKBC). Вторая подгруппа построена на дескрипционной логике, обеспечивающей расширение фреймовых языков (DAML+OIL, DOGMA, Gellish, OWL, OBO, RACER, SADL и др.). Еще одна подгруппа охватывает несколько онтологических языков, использующих для выражений логику первого порядка (CL, CycL, KIF и др.).

В результате анализа языков описания онтологий было обнаружено, что одним из наиболее распространенных на данный момент является язык OWL (Web Ontology Language). OWL представляет собой расширение модели представления знаний RDF (Resource Description Framework), представляющей утверждения о ресурсах в виде, пригодном для машинной обработки. Ресурсом в RDF может быть любая сущность - как информационная, так и неинформационная. Утверждение, высказываемое о ресурсе, имеет вид «субъект - предикат - объект» и называется триплетом. RDF предоставляет средства для построения информационных моделей, но не касается семантики описываемого. Для выражения семантики требуются словари, таксономии, онтологии и наличие в рассматриваемой модели связей с ними. Язык OWL служит для записи сложных логических отношений описываемых ресурсов различных предметных областей на основе RDF-модели.

Изначально OWL использовался как рекомендованный консорциумом W3C язык описания онтологий для семантической паутины. Однако сейчас его сфера применения расширилась и теперь он является пригодным для описания любых объектов действительности. Большая часть программного обеспечения для разработки баз знаний ориентируется на него как на один из базовых. В основе языка - представление действительности в модели данных «объект - свойство». Каждому элементу описания в OWL (в том числе свойствам, связывающим объекты) ставится в соответствие унифицированный идентификатор ресурса.

Учитывая гибкость модели RDF и универсальность языка OWL, в качестве стандартов, на которых опирается построение базы знаний в работе, выбраны именно они. Используемый программный пакет Protégé полностью поддерживает выбранные форматы и предоставляет достаточно мощные средства онтологического моделирования, обеспечивающие построение экспериментальной базы знаний сортировочной станции.

## **Методы и модели представления знаний в интеллектуальных информационных системах координационного управления в условиях ЧС**

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

Проблема представления знаний в интеллектуальных информационных системах чрезвычайно актуальна.

Для ее решения требуется привлечение методов и моделей онтологического инжиниринга, позволяющих фиксировать знания, накопленные экспертами в той или иной предметной области.

Онтологический инжиниринг предполагает разработку онтологии предметной области-формального явного описания терминов предметной области и отношений между ними.

В данной работе в качестве предметной области рассмотрена проблема предупреждения и ликвидации последствий ЧС природного и техногенного характера.

Целью создания онтологической модели является аккумулярование экспертных знаний в области предупреждения и ликвидации последствий ЧС для повторного и совместного их использования руководителями различных подразделений и специализированных формирований при решении задач тактической подготовки пожарно-спасательных отрядов, предварительной разработки ситуационных планов действий по ликвидации последствий ЧС, планов мобилизации и координации взаимодействия сил и средств, привлекаемых для ликвидации последствий ЧС, а также определения потребности в финансовых и материально-технических ресурсах в случае возникновения крупномасштабных ЧС.

В качестве базового логического формализма для представления явных знаний экспертов в работе предложено использовать семейство дескрипционных логик АЛС.

Использование онтологии, основанной на строгом формальном подходе, позволило наиболее эффективным образом описать исследуемую предметную область, характеризующуюся динамически изменяющейся структурой с целью выработки эффективных решений и координации взаимодействия в условиях возникновения ЧС.

Полученные результаты стали основой для разработки интеллектуальной информационной системы координационного управления в условиях возникновения крупномасштабных ЧС.

В зависимости от масштабов и особенностей ЧС, которая прогнозируется или возникла, СКУ может функционировать в режимах: повседневной деятельности, повышенной готовности (при угрозе возникновения ЧС) и чрезвычайной ситуации (при возникновении и ликвидации ЧС).

Основными задачами СКУ в режиме ЧС являются: автоматизированная обработка данных о ЧС и оценка обстановки, сложившейся в результате ЧС; ведение рабочей карты (схемы) зоны ЧС; определение сроков проведения и объема работ для ликвидации ЧС; расчет рационального состава сил и средств для проведения выбранных видов работ, в том числе их обеспечения (продовольственного, материально-технического, медицинского и др.); прогнозирование изменений метеорологических, ландшафтных, радиологических и других факторов, влияющих на процесс ликвидации последствий ЧС.

Таким образом, назначение СКУ заключается в обеспечении руководителей различных подразделений и специализированных формирований, принимающих участие в процессе ликвидации последствий ЧС интеллектуальной информационной поддержкой принятия решений при выполнении основных задач координационного управления в условиях возникновения крупномасштабных ЧС.

## Методы оптимизации в логистике

Майлыбаев Е. К, Исайкин Д. В, Казахский университет путей сообщения, Казахстан

Оптимизация логистических процессов грузоперевозки является одним из актуальных задач. Оптимальный маршрут позволяет не только гарантировать своевременную доставку груза получателю, но и существенно снизить затраты на его доставку, сделав ее при этом максимально быстрой и надежной.

Решение транспортной задачи является основной частью для процесса оптимизации. Транспортная задача начинается с поиска допустимого начального решения, чтобы все запасы поставщиков были распределены по потребителям. Допустимое начальное решение не обязательно оказывается оптимальным, а метод его нахождения может быть как простейшим или более сложным и приближенным к оптимальному решению или же вообще произвольным. Для решения транспортной задачи применяются математические методы исследования операции:

- Метод северо-западного угла
- Метод минимальных тарифов
- Метод Фогеля
- Разделение ячеек на базисные и свободные
- Вычисление потенциалов
- Проверка решения на оптимальность

Цель задачи является оптимизирование операций, связанных переработкой и оформлением грузов, создание комплекса организации непрерывного контроля и оперативного планирования поставок.

Для решения транспортных задач любого типа в общем случае требуется осуществить большое количество итераций, необходимых для нахождения оптимального плана перевозок. Разработка оптимального маршрута грузоперевозки это важная задача при оказании качественных транспортно-экспедиторских услуг. Он создается в результате сравнительного анализа всех возможных маршрутов. При его составлении учитываются:

- пункты отправки и назначения
- условия в пункте отгрузки и в пункте назначения
- требуемые сроки доставки
- габариты и вес перевозимого груза
- допустимость перевозки груза различными видами транспорта
- необходимость контроля качества перед отправкой и в точках перегрузки
- требования по сопровождению груза на маршруте следования

Автоматизированные системы технологически предусматривают перенастроенные или пользовательские правила, результатом обработки которых будет предложение оптимального места хранения для конкретного продукта при выполнении операции размещения или приемки.

Логистика как область деятельности, связанная с планированием, управлением и контролем за движением материальных ресурсов должна в своей деятельности опираться на имитационное моделирование, поскольку формальные математические модели могут быть использованы только для очень ограниченного узкого круга задач в этой области.

Выводы. При исследовании методов оптимизации грузоперевозок выявилось, что формальные математические модели могут быть использованы только для очень ограниченного узкого круга задач. Были выявлены преимущества и недостатки математических методов оптимизации и имитационного моделирования.

## Интеллектуальные технологии в управлении на транспорте

Негрей В. Я., Пожидаев С. А., Белорусский государственный университет транспорта,  
Республика Беларусь

Разнообразие подходов и методов развития интеллектуальных транспортных систем (ИТС) потребует радикального пересмотра взгляда на проблему информационного обеспечения управления. Стоит ожидать, что реализовать ИТС можно будет только с использованием дорогостоящих автоматизированных (автоматических) систем. Реальные «плоды» ИТС становятся «дорогими», и это потребует пересмотра подходов к построению систем управления в будущем. Создание и использование ИТС невозможно без информационного наполнения транспортных процессов. Интеллектуализация управления транспортными системами и использование возможностей ИТС будет развиваться по следующим направлениям.

Информационные технологии (основа ИТС) позволяют накапливать и использовать знания пространственно-временного характера, что наделяет транспортные системы «разумным поведением». Важным этапом в развитии ИТС следует считать накопление фундаментальной информации для выявления новых закономерностей функционирования транспортной системы. Эффект от применения ИТС, при образовавшемся разрыве между притоком информации и возможностями современных вычислительных систем, не будет высоким. Наиболее остро это явление будет иметь место в использовании (построении) оптимизационных моделей.

Особое внимание при развитии ИТС следует уделить формализации идей эвристического синтеза, без которого трудно создать ИТС. Для стимулирования творческого процесса решения экспертами сложных управленческих задач необходима реализация в ИТС информационного обеспечения запросов экспертов пространственно-временного содержания. Так, образное представление пространственно-временных данных служит стимулом и мотивирует мыслительный процесс экспертов. Логика построения информационных моделей должна соответствовать практической интуитивной логике экспертов по поиску и принятию решений. Процесс поиска и его результат связаны с интуитивным осмыслением информации экспертом, но не с нахождением ресурсов, содержащих ответ на поставленный вопрос. Авторы считают, что очень ограниченное количество исследований посвящено изучению творческого процесса специалистов по управлению, а еще уже спектр исследования творческого процесса коллективов, инженерной интуиции, практического опыта решения транспортных задач.

Спектр применения ИТС разнообразен: геоинформационные системы и интеллектуальная оценка состояния инфраструктуры, кадастровые системы, информационная поддержка ситуационных центров, интеллектуальные навигационные системы безопасности, анализ, мониторинг и системы безопасности процессов, управление рисками, планирование и реализация логистических проектов, управление транспортными потоками и маршрутизация и др. Важнейшим и наиболее главным, по-нашему мнению, является направление поиска новых разумных сфер применения ИТС в практике управления транспортом, например, подсистема прогноза влияния долгосрочных параметров инфраструктуры на уровень безопасности перевозочного процесса. Эта работа сама требует высокого интеллектуального напряжения, но именно она может привести к большим положительным изменениям в теории управления большими системами. Одной из таких сфер, где интеллектуальные технологии окажут решающее влияние на систему управления, является поиск и отслеживание современных тенденций (а не только самих целей управления) изменения на самом транспорте и в его окружающей среде. Построение ИТС в этой сфере открывает новые возможности для построения интеллектуальных графика движения поездов (ИГД); плана формирования поездов (ИПФ); систем развития транспортного спроса (ИСТС).

## **Некоторые вопросы разработки современных интеллектуальных систем управления организационно-техническими процессами**

Самойлов С. П., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В.А. Лазаряна, Украина

Увеличивающаяся сложность управления современными производственно-экономическими системами в промышленности, экономике, социальной сфере, их взаимная интеграция, а также жесткая конкуренция вызывает необходимость рассмотрения новых классов объектов. Наряду с ранее относительно хорошо изученными техническими и организационными системами появилась потребность в автоматизированном управлении новыми типами систем – организационно-техническими (технологическими) или технико-организационными. Создание классической теории автоматического управления в период с 70-х гг. XIX в. до середины XX в. позволило автоматизировать широкий класс технических систем в промышленности, на транспорте, в сельском хозяйстве и т.д. Особенности этих технических (технологических) систем, как объектов управления, являются определенная детерминированность, линейность (линеаризуемость в малом), реализуемость, стационарность, относительная простота, сосредоточенность координат, достаточная изученность характеристик, возможность построения регулярных математических моделей.

Для синтеза систем управления этими техническими объектами классическая теория автоматического управления использует структурное математическое моделирование и формализованные методы, разработанные на основе теорий дифференциальных уравнений и оптимального управления, операционного исчисления, гармонического анализа.

Исследования по созданию автоматических систем для управления более широким классом технических объектов, обладающих одним или несколькими такими свойствами, как нелинейность, распределенность координат, недетерминированность, нестационарность способствовали формированию современной теории управления. При этом были созданы формализованные регулярные методы синтеза систем управления этим расширенным классом технических объектов на основе представлений пространства состояний, векторно-матричного исчисления, теории оптимального управления и систем. С помощью этих методов синтезированы различные типы систем управления: многомерные, нелинейные, с распределенными координатами, с переменными параметрами, дискретные, адаптивные, оптимальные и др.

Попытки создания систем управления объектами с неопределенностями, которые не могут быть описаны статистически, а также сложными нелинейными дискретными техническими объектами, которыми обычно весьма успешно управляет человек-оператор, или лицо, принимающее решение (ЛПР), привели к идее использования методов искусственного интеллекта (ИИ). Работы в данном направлении составляют основу новейшей теории управления. Наибольших успехов при синтезе управления подобными техническими объектами добились при использовании аппарата искусственных нейронных сетей, нечеткой (fuzzy) логики, эволюционных (генетических) алгоритмов. Работа ЛПР в современных технических системах характеризуется существенным возрастанием масштабов производства и соответственно сложности задач контроля и управления. Поддержка принятия решения на основе методов искусственного интеллекта позволяет уменьшить последствия таких отрицательных явлений, связанных с «человеческим фактором», как снижение надежности, качества управления в реальном времени, точности из-за плохого прогноза, а также медленное освоение новых управляющих функций. Однако эти методы слабо приспособлены для применения в автоматизированных системах управления (АСУ) реального времени, а также требуют непрерывного или периодического извлечения знаний из ЛПР для управления нестационарными техническими системами. В силу этого требуется разработка новых подходов, методов к автоматизации принятия управленческих решений.

## Система прогноза изменения виртуальной валюты на основе анализа настроений пользователей

Шаповалова Ю. С., Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара, Украина

Исследования прогнозирования цен на валюты было начато с момента первых торгов на бирже. С тех пор некоторые исследователи прогнозировали цены на акции на основе нейронных сетей. В работе предлагается модель для прогнозирования колебаний цены виртуальной валюты на основе возможностей интернет-сообществ (форумов). Предлагаемый метод анализирует комментарии пользователей на форумах и проводит анализ ассоциаций между комментариями и колебаниями цены для формулирования модели прогнозирования.

Первая часть включает изучение роста/падения валют на основе пользовательских данных из социальных сетей и сообществ с помощью машинного обучения. Другая часть включает сбор данных Bitcoin и сравнение тенденций цены криптовалюты и отзывов в определенные периоды времени.

В 1ой части компонент системного обучения выполняет следующие шаги для создания модели обучения: анализ мнений, которые имеют отношение к виртуальной валюте для анализа на определенный период времени, анализ настроений пользователей, на основе полученных данных, тест Грейнджера на причинность основанный на отборе настроений, которые очень важны для колебания стоимости, провести обучение на основе полученных данных мнений с оценкой настроений пользователей и изменений цифровой валюты.

Собранные данные за 197 дня (с декабря 2017 по июль 2018), первые 88% (173 дня) и остальные 12% (24 дня) были использованы для обучения системы и проверки корректности результатов. Колебания цены Bitcoin оказались во многом связано с количеством положительных/очень положительных комментариев/ответов. Результаты прогнозов оказались достаточно высокими, когда временная задержка между первым и шестым днем, через отношение F-оценки и коэффициента корреляции Мэтьюса равна 79.57%.

Прогнозируемые колебания цены криптовалюты показали примерно 8% точности с погрешностью 0.6. Результат объясняется объемом данных и активной работой форума «Bitcointalk» (169.1 комментариев, 473.81 пользовательских ответов и 27443.18 просмотров в среднем в день), что оказало прямое влияние на колебания цены валюты.

Для определения эффективности предложенной модели прогнозирования, проведена имитация инвестиций в Bitcoin, используя смоделированную технику, которая используется в исследовании Йонг Бин Ким о прогнозировании цен на акции. В модели прогнозирования использовалась 6-дневная временная задержка, согласно лучшего результата в данном исследовании. Система была создана на основе данных за период с 1 декабря 2017 по 10 июля 2018 года. В эксперименте использовались 84-дневные или 12-недельные данные за период с 11 ноября 2017 по 2 февраля 2018 года.

Данная система была проверена с использованием различных виртуальных валют, чтобы доказать свою эффективность в прогнозировании колебаний виртуальной валюты. Кроме того, оценка результатов анализа показывает, что предлагаемая система важна как для разработчиков виртуальных валют, так и для пользователей. Поскольку система была разработана для внутреннего анализа, она применима для прогнозирования значений виртуальных валют. По мере увеличения влияния виртуальных валют на реальные экономики общее значение виртуальных валют также будет увеличиваться.



## **ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СФЕРІ ОСВІТИ**

## Reproducible research in machine learning

Andriushchenko Maksym, Saarland University, Germany

Reproducibility of results published in scientific papers is still a pressing problem in machine learning research. A workshop on reproducibility in machine learning has been held twice at the International Conference on Machine Learning in 2017 and 2018. There is a fundamental problem with reproducibility in experiments that involve human evaluation, such as in psychology or human-computer interaction. However, machine learning mostly relies on automatic evaluation, e.g. by calculating accuracy on the test set, and thus one can expect that the results will be reproducible if one adheres to best practices, which we discuss below.

First, providing the code of paper's experiments is the first necessary condition for reproducibility, although it is not strictly required in the main machine learning conferences (e.g. NeurIPS, ICML, ICLR). Moreover, open-sourcing the code can also reveal mistakes in experiments of published papers. Since even commercial codebases contain many bugs and thus need continuous updates to fix them, code for papers is not an exception. Especially, given the fact that test-driven development or code review is not a standard practice in machine learning research. However, severe mistakes in the code may lead to a retraction of a published paper. Perhaps, that is one of the reasons why not every paper releases the code. But even if there is no mistake, it may be still hard to reproduce the exact setting that has led to reported results without having the code. The reason is that usually there are too many technical details and authors simply forget to mention all of them in the paper. Therefore, it is easier and faster to do new research by reusing already existing code, which should already contain all necessary details.

But open-sourcing the code is not enough to ensure reproducibility. One has to make sure that the data used in the experiments is also open-sourced, which may be not the case if some dataset is proprietary (e.g. belongs to some company) and cannot be freely distributed. The same holds for proprietary libraries or programming languages (e.g. Matlab) – reproducibility is still possible, but is obviously limited if one has to invest money in it. Next, the results of a machine learning experiment very often rely on some randomness (e.g. random initialization of parameters), and thus one has to ensure that the randomness is fixed across different restarts by fixing the random seed at the beginning of the code. Also, usually, there are a lot of dependencies of the environment where the code runs, e.g. libraries, environment variables, drivers. Obviously, one has to have a way to specify all of them. The most obvious way is to use a README file with all the instructions that should be manually executed. However, a more convenient solution is to use an OS-level virtualization such as Docker, where one can specify all necessary instructions in an isolated instance of an operating system. Another relevant recommendation is to use a version control system (e.g. git or svn). Since the codebase evolves over time, it is possible that some results are generated with a different version of the code, which should be always available. Finally, students can also play an important role in reproducible research. A good example is ICLR 2018 and 2019 Reproducibility Challenges. The ICLR conference has been chosen because all submitted papers are immediately available to the public via openreview.net, and thus the reproducibility can be tested by third-parties. The idea is that big cloud companies can provide computational resources for such experiments, while students can gain experience from completing the task.

To conclude, we discussed the problem of reproducible research and considered some concrete practical recommendations on how to improve this problem. This should involve both efforts from authors of scientific papers, as well as from third-parties, e.g. from students. The latter is an especially valuable idea, since reproducing existing results is easier than establishing new ones, and thus this can give the students a beneficial experience for their future research.

## Comparative characteristics of the Metrics Project Design Tools

Komleva N. O., Odessa National Polytechnic University, Ukraine

Metrics of complexity of programs are divided into three main groups: program size metrics; metrics of complexity of the program control flow; metrics of complexity of data flow of programs.

Metrics of the first group are based on the definition of the quantitative characteristics related to the size of the program, and differ in relative simplicity. The most well-known metrics of this group include the number of program operators, the number of lines of the source text, the set of Halstead metrics. The metrics of this group are focused on the analysis of the source code of the programs. Therefore, they can be used to evaluate the complexity of intermediate product development.

Metrics of the second group are based on the analysis of the control graph of the program. The control graph of the program that uses the metrics of this group can be constructed on the basis of module algorithms. Therefore, these metrics can be used to assess the complexity of intermediate product development.

The third group metrics are based on evaluating the use, configuration and placement of data in the program. First of all it concerns global variables. This group includes the metrics Chapin, which allow you to evaluate the information strength of a separate software module by analyzing the nature of the use of variables from the list of input/output.

Metrics Project Design Tools allows you to calculate various project metrics primarily based on the source code and UML diagrams (first of all, precedents and classes), although in the general case, almost everything related to the project can be used and measurable (requirements, specifications, documentation, active work with version control system, passing tests, etc.).

The main place is taken by means of counting the number of code lines (metrics SLOC and its derivatives) – their absolute majority, both among commercial and among free products, including open source.

Locmetrics is a very simple freeware product with a minimalist interface. Among the supported languages – C/C++, C#, Java, SQL – it is possible to calculate not only SLOC metrics and its varieties, but also cyclomatic complexity. Lack of documentation is not an obstacle to using the program, because it's easy to understand the interface with two buttons and two input fields. Worse, there is not even a description of the methodology for calculating metrics. The disadvantages also include the absence of at least the simplest means of constructing reporting or exporting data in one of the popular formats.

Verisoft Complexity Measures Tool is a commercial product with a fairly high price tag. Only C/C++ and Java (supported by two different editions) are supported. With this product you can count the following metrics: SLOC, cyclomatic complexity, Halsted metrics, escort index (calculated from the previous ones). Has a graphical interface (with the ability to work in command line mode), allows you to generate reports in text form or HTML.

Borland Together – a commercial tool for UML modeling, complemented with the ability to calculate source code metrics. The price depends on the editors. Supports a large number of different metrics, many of which are object-oriented: SLOC, quantitative metric classes (number of attributes, classes, constructors, operations), cyclomatic complexity, metric of class complexity (LOCOM1, LOCOM2, LOCOM3, WMPC1, WMPC2, NORM), connecting metrics, Halstead, inheritance, polymorphism.

The main tools for calculating project metrics are considered. At the same time, studies of metric quality analysis show that there is no single metric that would give a universal rating of software quality. Quality measurements provide a range of project-specific metrics, which are the guiding basis for decision-making in the process of developing, ordering and maintaining software.

## **E-learning as a leading method in education**

Pavlenko O. I., Okorokov A. M., Dnipropetrovsk National University of Railway Transport the name of academician V. Lazaryan, Dnipro, Ukraine

Today, there are many different options to educate people. In the age of information technology, eLearning is one of the most common educational systems in higher education institutions and also large firms for raising the skills of their employees.

E-Learning allows students to analyze, visualize, highlight what they need to memorize, and also to consolidate it in practice.

Studying the training pyramid, which did the National Training Laboratories in Bethel, Maine, that lectures, compile and practical exercises directly at the institutes are only part of what is required when filling out a job application. It consists of average student retention rates. Its means that lecture takes only 5%, reading – 10%, audiovisual – 20 %, demonstrative – 30 %, discussion – 50%, practice doing – 70 %, teaching others – 90%.

By the way, every methods, which consists of online tasks, or any improvement systems are interesting for students and interested in any subject them. Ways to improve student's skills are depended of different facilities of education process. These are a few of them: video classrooms, virtual classroom, online discussion, interactive e-lessons, instructor led, Electronic simulations and mobile learning.

Most of the eLearning methods are Synchronous and Asynchronous in nature; it depends upon the learner's need and the learning objectives you choose.

Synchronous training of eLearning education means that student must learn "at the same time". This way of learning has good benefits. There are:

Ability to log or track learning activities. Thus, introducing this method in universities, it allows you to track which of the teachers formed the course and how it is conducted for students.

Continuous monitoring and correction are possible, allowing course curators to change and direct students to one or the other side of the course online.

Opportunities for global communication and student learning. Since many people in Ukraine study by correspondence, this method will allow free communication not only with curators, but with also like-minded people in the online system.

Ability to personalize learning for each student. It is important to give the opportunity to conduct consultations in a personal conversation, thus it will reduce the amount of misunderstanding among many students.

Thus, it can be said that at the moment this method will allow students to take courses in any place wherever they are. At the same time they will be able to communicate online with lecturers and their classmates. Also, it does not need a lot of space for training a sufficiently large number of people, because classes will be held online.

Asynchronous training of E-learning is asynchronous training. Students learn mean "not at the same time". Now the development of science is the need to access information in any place is a big plus in education. This method will allow the student to access reference books not only online, but also offline. This will help facilitate learning, as well as reach a large enough audience. Using this method should produce homogeneous information that is not difficult enough to understand. This method has next benefits: available 'just in time' for instant learning and reference; flexibility of access from anywhere at any time; ability to reach simultaneously an unlimited number of employees; uniformity of content and one-time cost of production.

## **Top trends in innovative education in the world**

Pavlenko O. I., Okorokov A. M., Dnipropetrovsk National University of Railway Transport the name of academician V. Lazaryan, Dnipro, Ukraine

Today in the world, e-learning is really widely developed, and is developing in leaps and bounds. Almost everyone can afford to get practical skills in any field of education, besides investing minimal expenses. Here you can learn enough innovative teaching methods that will be developed in 2019. Top eLearning trends are:

1. VR And AR. Virtual and Augmented Reality are currently the hottest modes of implementing training. Virtual Reality has been there for quite some time now. AR will be used to trigger just-in-time learning. A typical scenario of AR would be a learner wanting to learn more about a device or tool, technology, or a place.

2. Intelligent Assistants/Chat-bots. The popularity of Siri on iPhone indicates that people are now looking to explore intelligent voice assistants. The organizations will look to develop proto-type chat-bots for specific topics, like information security or data protection, compliance and so on, and implement them as an intelligent search app. These smart apps will help learners to learn as they go and augment learning in the “moment of need”.

3. Gamification And Game-Based Learning will continue to be an important trend in 2018. It is well established now that game-based learning and gamification have a greater impact in imparting critical role-based information. Organizations will continue to invest in serious games, as well as gamifying their custom courses, to retain learner interest and coax them to take learning seriously by having fun. As paradoxical as it may sound, gaming increases the “seriousness” in learners, as they fully “immerse” themselves in the process of gaming.

4. Adaptive Or Personalized Learning Customized To Specific Learning Needs. The biggest benefit for organizations is that they don't provide all modules for all learners. Instead, they provide focused training and increase their ROI. Learners are provided with specific modules, series of questions, and materials to improve upon those areas. This is going to be an important trend in relooking at the custom space. Companies really don't have to invest more. It will be a one-time effort where pre-tests, libraries of modules, and assessments are created. Individual learners get only what they require, which is like social media feeds. The existing LMSs can be used to implement these. Thus, adaptive learning will be an important trend to implement and further experiment with during 2019.

5. Microlearning has already become a strong trend, as organizations look to reap benefits of this new way of delivering targeted, objective-specific, no-nonsense learning bytes. Specific benefits include quick deployment, quick learning through regular refreshers, increased productivity, and easy tracking. Microlearning works well when organizations create modules that have specific learning objectives. It is not about chunking complex procedures or teaching problem-solving skills. Microlearning works best when it is just in time and addresses a specific question that the learner may have about their job. Microlearning units can be taken on any device. However, with increased smartphone usage, the demand for microlearning will only increase.

By the way, eLearning is a progressive learning environment, which opens up a great opportunity for everyone to get this or that knowledge in a particular field of science. Nevertheless, for the introduction of such a system in universities, it is necessary to have a sufficient amount of finance and programmers who would be able to implement this system and the same interest of students to work independently.

## **MOOC as the main opponent of traditional education**

Pavlenko O. I., Okorokov A. M., Dnipropetrovsk National University of Railway Transport the name of academician V. Lazaryan, Dnipro, Ukraine

MOOCs are a recent progression in distance education. The concept of MOOCs originated in 2008 among the open educational resources (OER) movement. Most of the initial courses were influenced by connectivist theory, which emphasizes that knowledge and learning arise from a network of relationships or connections. 2012 was a big year for MOOCs, as the industry attracted significant media buzz and venture capital interest. Numerous providers have emerged that are affiliated with top universities; some of these include edX, Coursera and Udacity.

Some of the advantages of a MOOC are as follows: no tuition fees; open access, exposing top level professors at schools that would otherwise be unavailable to much of the World's population; open courses for all interested, regardless of location, resulting in a more diverse student base; collecting data via computer programs helps closely monitor the success and failure of each student; traditional classroom participation cannot offer this type of precise information.

Some enthusiastic professors have found global sharing of knowledge more appealing. Many acknowledge that MOOCs help them reevaluate their pedagogical methods, while improving knowledge sharing.

One drawback is the low course completion rate. Some studies have shown that courses are completed by as few as 10 percent of the huge volume of students that join the MOOC.

Since implementation of MOOCs advocates quality education in a user-friendly fashion besides reaching out to a huge domain of audience, serious concentration needs to be laid for it. In terms of implementation, xMOOCs, the second generation of MOOCs started in 2012 is found more suited to Indian perspective and is recommended by the authors also. This would provide a comprehensive educational platform with MOOCs, emerging as a quasi-parallel entity to the traditional method of learning. Promote massive digital literacy drive and eradication of digital divide. In making MOOCs popular to an extensive manner, basic digital education and familiarity of the audience with the digital environment is an obvious pre-requisite.

Between the months of February and April this year, 697 new MOOCs came onto the global market, bringing the total up from 1,533 to a staggering 2,230.

While the US is by far the most MOOC-active country, with 38.5% of Coursera students coming from the US, a number of developing countries can be seen among the top countries for MOOC student population. Brazil makes up 5.8% of Coursera enrolments, while India provides 5.3% and China 4.1%, all ahead of percentages of users from the UK (4%), Canada (4.1%), Russia (2.4%), Germany (1.7%), Spain (1.6%) and Australia (1.6%). Emerging economies such as Colombia, Mexico and Thailand are also among the top 20 countries, each hosting more than 1% of all Coursera students.

Nor is it solely English-language courses that are growing. Of the 742 MOOCs on offer in Europe, Spain is the biggest provider with 253 MOOCs – way ahead of the UK's 170 offerings. Of these MOOCs, the majority are hosted on Spanish-speaking MOOC platforms such as Miriada X, UNX and UNED COMA. The e-learning market has been predicted to reach \$31 billion by 2020. The largest corporations and universities are promoting self-paced learning among employees and students, knowing that this is the best way to optimize their results. E-learning and virtual training solutions allow for a degree of customization that cannot be achieved with traditional methods and can represent the future of education as humanity evolves towards full digitalization.

**Автоматизована система розрахунку та прогнозування  
кількості науково-педагогічних працівників Дніпровського національного  
університету імені Олеся Гончара**

Верба О. В., Зайцева Т. А., Простяк М. Ю. Дніпровський національний університет імені  
Олеся Гончара, Україна

На сучасному етапі функціонування закладу вищої освіти (ЗВО) велика увага приділяється проблемам формування штатів задля забезпечення якісної вищої освіти. У зв'язку з цим перед системою освіти та ЗВО стає велика кількість питань про введення нових спеціальностей, освітніх програм спеціальностей, роботу по підвищенню якості підготовки, перегляд вимог до підготовки документів, створення звітів та ін. Це призводить до активних досліджень можливостей застосування інформаційних технологій в управлінні освітнього процесу закладу вищої освіти.

Питання корекції бюджету щорічно постає перед керівництвом ЗВО. Наразі застосовується підхід розрахунку штатної кількості науково-педагогічних працівників (НПП) у ЗВО з використання норм співвідношення кількості студентів на одиницю НПП. Це стає вагомою причиною неточності в розрахунках прогнозного значення НПП на наступний календарний рік, бо достатньо важко точно передбачити кількість студентів у новому навчальному році. Іншими словами, бюджет, який затверджується перед початком нового календарного року, в майбутньому буде піддаватися корегуванню. Щорічна зміна кількості студентів автоматично змінює нормативну кількість ставок НПП. Все це, призводить до необхідності неодноразового визначення нормативної кількості науково-педагогічних працівників університету та узгодження загальної цифри з кількістю ставок кожної з кафедр ЗВО.

Тобто, головним фактором виділення робочих місць для НПП є саме кількість студентів, які навчаються в Дніпровському національному університеті імені Олеся Гончара за відповідними спеціальностями (напрямами підготовки) освітніми програмами, та які навчаються на місцях державного фінансування та забезпечують виділення однієї ставки НПП за кошти бюджету та спеціального фонду державному ЗВО.

Вивчені методики розрахунку кількості ставок викладачів державного ЗВО дали змогу виявити певні особливості цього процесу: щоб робити більш точний прогноз треба аналізувати динаміку руху контингенту студентів, тобто зберігати в базі інформацію щодо прийому та випуску минулих років. Також точність отриманих результатів залежить від обсягів загального навчального та лекційного навантаження згідно навчальних планів, бюджету поточного року, ліцензованого обсягу, норм та ін.

У зв'язку з тим, що законодавство та структура університетських підрозділів змінюється, багато розрахунків та правил оновилися, тому зручно мати автоматизовану систему, в якій достатньо ввести нові дані і отримати готовий звіт.

«Контингент штати» - це розроблений додаток на мові програмування C# у середовищі розробки Visual Studio 2017. Вхідними даними для системи є таблиці зі значеннями кількості контингенту студентів за спеціальностями (напрямами підготовки) чи за освітніми програмами спеціальностей та норми навантаження НПП, що передбачені Законом України «Про вищу освіту», які зберігаються в не реляційній документо-орієнтованій базі даних MongoDB. Вихідними даними є вивід на екран результатів прогнозного значення та розрахунок оптимально-необхідного штату НПП університету. За вимогою користувача відбувається формування звітів про кількість ставок за бюджетним та за спеціальним фондами у вигляді електронних таблиць MS Excel з подальшою можливістю виведення таблиць на друк.

Наразі програмне забезпечення знаходиться у стадії доробки, а база даних заповнюється відповідними даними.

## Розробка багатоступеневого тесту в СДН MOODLE

Грищечкін С. А., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Надійне та достовірне визначення рівня навчальних досягнень студентів залишається актуальною задачею і в теперішній час, тим більш, за умови переходу галузі на нові стандарти освіти. Як відомо, оцінювання навчальної діяльності – це встановлення рівня відповідності реальних результатів навчання еталонним. В якості еталонних виступають програмні результати навчання, які зафіксовані в освітній програмі спеціальності/спеціалізації. І на підставі яких, викладач в робочій програмі формулює очікувані результати навчання дисципліни. Як правило, для кожного результату навчання указується, згідно таксономії Блума, домен (когнітивний, афективний чи таксомоторний) та відповідний рівень. В залежності від цього, визначаються способи вимірювання ступеня досягнення очікуваних результатів навчання. Для когнітивного домену можна ефективно і точно реалізувати вимірювання досягнення I рівня («знання»), II («розуміння»), III («застосування») і, певною мірою, IV рівня («аналіз») за допомогою комп'ютерного тесту.

Лінійний тест, в якому кожен студент отримує однаковий набір тестових завдань (на кшталт, тестів ЗНО), має певні недоліки. В першу чергу, організаційні. Необхідно унеможливити списування та спілкування студентів під час тестування. Крім того, такий тест можна використовувати тільки одноразово. Позбавлений цих недоліків лінійний flu-тест. В ньому кожен студент отримує власний набір завдань, який випадковим чином, на «льоту» формується з банку питань. В цьому випадку завдання в банку питань повинні бути однакового рівня та еквівалентної складності. Але за цих умов неможливо провести критеріально-орієнтовне тестування, хоча саме таким повинен бути підсумковий тест. Усунути зазначені недоліки можна, використовуючи різнорівневий банк питань, в якому тестові завдання групуються за певними ознаками в категорії. В кожній категорії тестові завдання одного рівня, однієї тематики, однієї форми, однієї складності тощо. В результаті студенти отримують паралельні тести, в яких представлені завдання і I, і II, і III і т.д. рівнів. З одного боку, це добре, але з іншого – відомо, що достовірнішим буде вимір рівня навчальних досягнень, якщо рівень тестових завдань близький до рівня підготовленості студента. Отже, немає сенсу слабо підготовленим студентам давати завдання високого рівня та підвищеної складності.

Реалізувати видачу тестових завдань оптимального рівня складності дозволяють адаптивні тести. Але алгоритми відбору та видачі кожного наступного завдання на підставі відповіді студента на попереднє тестове завдання є досить складними та вимагають розробки спеціалізованих комп'ютерних програм. Це ускладнює їх інтеграцію в існуючі системи дистанційного навчання (СДН).

Тим не менше, простий адаптивний алгоритм може бути реалізованим безпосередньо в СДН MOODLE за допомогою багатоступеневого тесту. В цьому випадку, оцінка рівня підготовленості відбувається після видачі блоку завдань, обраних із окремих гомогенних категорій. Після чого приймається рішення про рівень та складність наступного блока.

В доповіді наводиться алгоритм чотирьохступеневого тесту з фізики, який був запропонований студентам на другому модульному контролі. Тест включає дев'ять блоків гомогенних категорій: чотири I рівня, три II рівня, два III рівня. Проходження тесту можливе за одинадцятьма траєкторіями, в залежності від результатів отриманих на кожному блоці. Кожна траєкторія має однакову довжину, тобто загальну кількість тестових завдань, яку отримує кожен студент. Але діапазон балів, які може отримати студент подолавши ту чи іншу тестову траєкторію різний і визначається рівнем блоків, які включає ця траєкторія.



## Мультимедійна складова дистанційного курсу

Гришечкіна Т. С., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Використання дистанційних освітніх технологій в навчальному процесі дозволяє підвищити якість навчання і посилити його ефективність, оскільки дає викладачам додаткові можливості для побудови індивідуальних освітніх стратегій для учнів.

Мультимедіа розширює потенціал дистанційних курсів (ДК), роблячи їх більш простими для розуміння. Контентом мультимедійних дистанційних курсів є текстові, графічні матеріали, аудіо- та відеофрагменти.

Серед основних видів мультимедійного контенту виділимо найбільш актуальні для використання в дистанційних курсах.

1. Інтерактивний текст. На відміну від паперових носіїв інформації, інтернет-ресурси дозволяють конструювати зв'язки між матеріалами за допомогою гіперпосилань. З'являється можливість створення смислових траєкторій від одного модуля до іншого.

2. Відео. Для використання відеофрагментів в ДК необхідно володіти основними прийомами монтажу, а також враховувати специфіку платформи, на якій буде використовуватися дане відео.

3. Інфографіка. Дозволяє візуалізувати статистичну інформацію. Демонструє залежності, тенденції, закономірності в явищах за допомогою величезної кількості різноманітних графіків, діаграм тощо.

4. Тест. Необхідна складова будь-якого дистанційного курсу. Дозволяє перевіряти і закріплювати отримані знання.

5. Фоторепортаж. Дозволяє побачити як загальну картину того, що відбувається, так і окремі деталі.

6. Таймлайн. Це хронологічна послідовність подій, в якій виділені ключові події, а також додані фото та відеофрагменти.

7. Рейтинг. Технології ДК дозволяють створювати різні рейтинги, а також дають можливість динамічно впливати на них слухачам курсу під час його проходження. Рейтинг добре утримує увагу.

8. Інтерактивна карта. Корисний інструмент в тому випадку, коли необхідно вивчати інформацію, пов'язану з територією. Дозволяє додати наочності і показує масштаб ситуації.

9. Сторімпеп (storymap). За допомогою цієї технології можна створювати мультимедійні журнали для історій, важливою частиною яких є карта. Інтерактивний маршрути схрещується зі слайдшоу, гіперссилками, відеофрагментами. А потім отримана конструкція вбудовується в курс.

10. Слайдер. Показує на одному екрані динаміку змін. Удосконалена електронна версія демонстрації двох поставлених поруч фотографій.

11. Інтелект-карта. Це особливий вид запису матеріалів у вигляді радіантної структури, тобто структури, що виходить від центру до країв, поступово розгалужується на дрібніші частини. Інтелект-карти можуть замінити традиційний текст, таблиці, графіки та схеми.

12. Мікро-формати (цитата, факт і т.п.). Дозволяють виділити найбільш важливе, значуще серед величезного потоку різноманітної інформації і надати у вигляді короткого афоризму.

Інтерактивна мультимедійна складова дистанційного курсу може не тільки забезпечити активне залучення студента в навчальний процес, а й дозволяє управляти і взаємодіяти з цим процесом.

## Впровадження системи електронного контролю якості знань

Гурьєва Є. Г., Бабенко М. В., Дніпровський державний технічний університет, Україна

Бабенко Ю. М., Ільєнко А. В., Національний авіаційний університет, Україна

Важливу роль під час організації навчального процесу на основі будь-якої освітньої технології відіграє контроль отриманого рівня знань. Процедура контролю в процесі навчання виконує функцію констатації факту з метою отримання якісного рівня готовності студента.

Традиційна форма навчання має перелік недоліків, які не дозволяють якісно та ефективно проводити детальний аналіз навчальної діяльності усіх студентів, так як викладачу не вистачає часу для опитування всієї аудиторії. Модернізація контролю навчального процесу потребує сучасної комп'ютерної техніки та засобів комунікації. Проведення електронного контролю знань студентів є основою отримання об'єктивної незалежної оцінки рівня навчальних досягнень (знань, інтелектуальних умінь і практичних навичок) студентів.

Комп'ютерне тестування належить до адаптивної моделі педагогічного тестування. Ця модель опирається на класичну модель з урахуванням складності завдань. Під час застосування комп'ютерного тестування тестові завдання з певними характеристиками послідовно відображаються на екрані комп'ютера, а рівень підготовки студента, який тестується, із зростаючою точністю оцінюється відразу ж після комп'ютерної відповіді.

Результати комп'ютерного тестування використовуються для контролю і корегування навчального процесу та розробки заходів щодо підвищення його якості.

Вибір конкретного методу тестування та типу тестових завдань залежить від цільової мети тестового контролю і попередньо обраних показників оцінки рівня знань. Студент може пройти тестування з певної теми, або всього банку тестів для підсумкового контролю з предмету.

Авторами розроблено програмно-апаратний комплекс для електронного контролю якості знань студентів, який складається з двох частин:

- сервер бази даних, на якому буде розгорнута MS SQL база даних, в якій зберігаються питання, варіанти відповідей на ці питання, список студентів і дані ними відповіді на питання;

- програма-клієнт, за допомогою якої студент буде проходити тестування.

Програма містить в собі засоби для аутентифікації і авторизації студентів або адміністраторів за допомогою логіна і пароля. Для адміністраторів передбачена можливість додавати, змінювати і видаляти дисципліни; тестові роботи в рамках дисциплін; в рамках роботи додавати, змінювати і видаляти питання, варіанти відповідей до них, а також вагу кожного питання в підсумковій сумі (наприклад, якщо студент відповів на 5 запитань вагою в 1 бал, але не відповів на 3 питання вагою в 2 бали і 2 питання вагою в 3 бали, то підсумковий результат буде  $(1 * 5) / (1 * 5 + 2 * 3 + 3 * 2) = 5/17 \approx 0,2941$ , тобто 29,41%, що є незадовільною оцінкою, хоч студент і відповів на половину питань правильно.

Друга задача - це захист інформації, з якої працює програма. Як ключ для шифрування використовується логін і пароль студента (природно, після ще одного перетворення, щоб зловмисник, навіть знаючи логін і пароль студента і яким чином він зберігається в базі даних, не зміг розшифрувати або підмінити інформацію про оцінку). Реалізація всіх необхідних криптографічних алгоритмів проведена на базі Microsoft Crypto API.

Програма-клієнт виконує шифрування і дешифрування даних у міру необхідності, тоді як в базі даних буде зберігатися інформація в зашифрованому вигляді, що не дозволить просто зчитати або підмінити дані.

## **Розробка електронного навчального посібника з теорії алгоритмів та дослідження його ефективності**

Журба А. О., Заславський О. Є., Національна металургійна академія України, Україна

Сьогодні, в процесі навчання поряд з традиційними друкованими виданнями широко застосовуються електронні навчальні посібники, які використовуються як для дистанційної освіти, так і для самостійної роботи. Раніше до появи електронного посібника було набагато важче працювати з підручниками, так як це займало набагато більше часу. Для перевірки студентів необхідно було скласти тести, перевірити їх знання вручну, так само треба було підготуватися для контролю студентів. Тому виникла необхідність в розробці програми, що дозволяє вивчити лекцію, переглянути відео та пройти тест разом з отриманням оцінки, так само заощадивши час.

Електронний навчальний посібник - це віртуальна система, призначена для автоматизованого навчання, що охоплює повний або частковий обсяг навчальної дисципліни.

Електронні навчальні посібники дозволяють збагатити курс навчання, доповнюючи його різноманітними можливостями комп'ютерних технологій, і роблять його, тим самим, більш цікавим і привабливим для студентів. При грамотному використанні електронний навчальний посібник може стати потужним інструментом у вивченні більшості дисциплін.

Таким чином, в зв'язку з актуальністю даної проблеми при наданні освітніх послуг, в рамках роботи розроблено електронний навчальний посібник з курсу предмету "Теорія алгоритмів" та проведення досліджень стосовно результатів тестування студентів.

Для досягнення цієї мети було вирішено наступні завдання:

- вивчено предметну область;
- вивчено особливості електронних навчальних посібників;
- вивчено теоретичний матеріал даної теми;
- виконано аналіз предметної області, на підставі якого буде підібраний матеріал для електронного навчального посібника;
- вибрано програми і мови створення посібника;
- детально проаналізовано складові компоненти;
- розроблено структуру електронного підручника;
- визначено принцип управління підручником;
- визначено зовнішній вигляд навчального посібника;
- створено електронний навчальний посібник;
- проведено його тестування і налагодження;
- розроблено супровідну документацію;
- проведено дослідження стосовно результатів тестування.

Практична цінність електронних посібників полягає в тому, що кожен може скористатися електронним посібником самостійно, без будь-якої допомоги, знаходячи відповіді на питання, що його цікавлять. Також важливе значення електронних посібників полягає в тому, що розробник посібника може швидко доповнювати та змінювати текстовий або ілюстративний матеріал при виникненні такої необхідності.

Розроблений електронний посібник виконує наступні функції: перегляд курсу лекцій, перегляд відео та презентацій, тестування студента, перевірка тестів, збереження і друк лекцій, висновок результатів (результативність), система допомоги (керівництво користувача і спливаючі підказки).

Розроблена програма надає можливість вивчити матеріал, пройти тест, переглянути навчальне відео або презентацію, перевірити засвоєння знань за допомогою контрольних питань і багато іншого. Проведені дослідження стосовно результатів тестування студентів дозволяють відстежити ефективність та ясність викладення матеріалу для кожної теми електронного підручника.

## Проектування архітектури автоматизованої навчальної системи

Комлева Г. О., Одеський національний політехнічний університет, Україна

Центральною проблемою комп'ютерного навчання є проблема створення машинних навчальних програм, здатних забезпечити ефективну організацію змісту навчального курсу, стратегій засвоєння і режимів активної взаємодії учня з машиною. Розмежування прав доступу до системи і послідовність роботи з такою системою спрощено виглядає наступним чином: викладач – формує та переглядає перелік доступних тем та налаштувань для вивчення профільного контенту, переглядає та коригує траєкторію навчання, що автоматично побудована функцією керування процесом навчання; студент – переглядає та аналізує власне рішення поточного завдання та типові рішення, що надається викладачем, переглядає траєкторію навчання, отримує рекомендацію щодо наступного завдання. Отримані дані повинні відображатися у наочній формі на екрані монітора і зберігатися в БД.

Оскільки дана програмна система має багату кількість користувачів, особливо студентів, що працюють з однією базою даних програмної системи, є необхідність виконати її декомпозицію у відповідності з клієнт-серверною архітектурою. Для цього необхідно структурно розбити систему на належну кількість ярусів і розмістити їх один над одним. Основою системи є найнижчий ярус. Під час роботи іде просування вгору від ярусу J-1 до ярусу J, доки не буде досягнуто верхнього рівня функціональності. Отримаємо наступні яруси: ярус інтерфейсу користувача – студент або викладач (відповідає за прийом запитів від користувача і демонстрацію йому результатів роботи програмної системи); ярус подання даних (виконує відправку даних і запитів клієнта на сервер, і отримані результати передає інтерфейсу користувача); ярус сервера (приймає запити від ярусу подання даних, і передає їх ярусу застосування логіки; отримані результати передає у ярус подання даних); ярус застосування логіки (відповідає за обробку даних, отриманих від ярусу сервера, на рівні бізнес-логіки програмного продукту; та передачу йому результатів обробки).

Яруси розміщені один над одним. Основою системи є найнижчий ярус – ярус застосування логіки. Клієнт використовує ярус інтерфейсу користувача. Послуги кожного іншого ярусу використовує лише ярус, що знаходиться безпосередньо над ним.

У даному випадку використана різновидність шаблону Яруси – клієнт-серверна архітектура. Архітектура клієнт-сервер є домінуючою концепцією у створенні розподілених мережних відношень і передбачає взаємодію та обмін даними між ними. Вона містить такі основні компоненти: набір серверів, які надають інформацію або інші послуги програмам, які звертаються до них; набір клієнтів, які використовують сервіси, що надаються серверами; мережа, яка забезпечує взаємодію між клієнтами та серверами. Сервери є незалежними один від одного. Клієнти також функціонують паралельно і незалежно один від одного. Типовою є ситуація, коли один сервер одночасно обробляє запити від різних клієнтів; з іншого боку, клієнт може звертатися то до одного сервера, то до іншого.

Дана система має тонкий клієнт, оскільки вся обробка інформації здійснюється сервером. Сервер посилає готовий результат, який не потребує додаткової обробки. Клієнт тільки веде діалог з користувачем: складає запит, відсилає запит, приймає запит і виводить інформацію на екран. Клієнт зручно реалізувати з використанням стилю Модель-Вид-Контролер задля його гнучкості.

Таким чином, основним призначенням розроблюваної програмної системи є підвищення якості навчання студента у відповідності з певним профільним контентом. Якість досягається завдяки автоматизації процесу навчання. Спроектвано навчальну програмну систему із використанням шаблонів Яруси та Модель-Вид-Контролер, де суперклас усіх контролерів представляє Контролер, HTML-сторінки разом з каскадними таблицями стилів представляють Вид; клас Service представляє Модель, так як містить функціональне ядро програми.

## Використання принципів гейміфікації у задачах автоматизованого навчання

Комлева О. О., Одеський національний політехнічний університет, Україна

Гейміфікація освіти – процес і результат застосування ігрових підходів в неігрових ситуаціях з метою підвищення мотивації учнів, їх залучення в навчання, в рішення різних освітніх завдань. Вже сьогодні гейміфікація почала стрімко набирати обороти, адже ігрові системи застосовуються такими компаніями з світовими іменами як Aetna, Deloitte, Marriott та ін. Основу гейміфікації становить велика кількість психологічних і поведінкових принципів, але серед них можна виділити 4 найбільш важливих: принцип мотивації; принцип несподіваних відкриттів і захочень; принцип статусу; принцип винагороди.

У більшості випадків в гейміфікації застосовуються такі елементи: бали – винагороди, одержувані за вчинення певних дій в будь-якому процесі; бейджи – віртуальні нагороди, призначені для вимірювання активності учасників процесу; рейтинги – показники, що відображають успіхи учасників процесу; рівні – статуси, яких учасники можуть досягати за допомогою своїх дій в процесі; лідерборди – таблиці лідерів, на яких позначаються учасники-лідери; віртуальна валюта – кошти, які можна заробляти і витратити в віртуальних точках продажів; віртуальні товари – товари, які можна купувати на віртуальні гроші; інтерактивні елементи – всілякі елементи візуалізації процесу; дайджести успіху – тематичні інформаційні продукти. Серед перерахованих елементів основними є перші три – бали, бейджи і рейтинги.

Основою гейміфікації є ігрові механіки – набір правил і способів, який реалізує певним чином деяку частину інтерактивної взаємодії гравця і гри. Найбільш поширеними є такі механіки: «Досягнення», «Призначена зустріч», «Уникнення», «Поведінковий контраст», «Поведінковий імпульс», «Винагорода за зусилля», «Поступова видача інформації», «Ланцюги подій», «Спільне дослідження», «Випадкова подія» та ін. Все це сприяє створенню у учнів відчуття співпричетності, вкладу в загальну справу, інтересу до досягнення будь-яких вигаданих цілей. Крім того, при гейміфікації застосовується поетапна зміна і ускладнення цілей і завдань в міру набуття користувачами нових навичок і компетенцій, що забезпечує розвиток результатів при збереженні користувальницької залученості.

Приклади найбільш відомих сервісів, які використовують гейміфікацію для освіти та вирішення завдань автоматизованого навчання: Codecademy – навчання програмуванню на JavaScript, HTML, Python, Ruby; Code School – сервіс для навчання програмуванню з елементами гейміфікації; Motion Math Games – мобільні ігри з математики роблять навчання веселим і захоплюючим; Mathletics – програма для шкіл, спрямована на залучення дітей до математики через ігри і челлендж; Khanacademy – безкоштовні відео-курси з різних предметів; Spongelab – платформа для персоналізованої наукової освіти; Foldit – рішення наукових завдань як пазлів.

Крім позитивних відгуків і думок з приводу гейміфікації в освіті, існує і критика. Гейміфікація – це високопсихологічний принцип, тому разом з ідеєю привнесення ігрової динаміки і тим самим зміни процесу освіти потрібно протистояти негативним наслідкам застосування психології ігор в освіті. Зовнішня мотивація – бали, бейджи та ін. – звичайно необхідні, але більш важлива внутрішня мотивація учнів до навчання. Також існують різні дослідження, які говорять про нехтування використання нагород в навчанні. У деяких випадках гейміфікація психологічно підриває поведінку, при цьому учні можуть зосереджуватися на отриманні нагород, але не на самому навчанні.

Правильне використання ігрових елементів у освітніх процесах дозволяє збільшити мотивацію до самостійного освоєння матеріалу і практичних навичок, зробити матеріал електронних курсів автоматизованого навчання більш затребуваним. Для успішної гейміфікації потрібно вивчити основні принципи впровадження ігрових елементів, розуміти цілі і знати аудиторію.

## **Інтерактивні інтернет-засоби для маркетингових досліджень попиту абітурієнтів на освітні послуги**

Лижов М. В., Дніпропетровський Національний Університет Залізничного Транспорту імені акад. Лазаряна, Україна

У доповіді розглянуті питання щодо створення програмних засобів, призначених для дослідження та прогнозування попиту на освітні послуги закладів вищої освіти (ЗВО). Актуальність розробки визначається тим, що у теперішній час сучасні тенденції розвитку мережі Інтернет у світі значно розширили сфери її використання. Це найбільш популярне джерело інформації, місце для просування підприємств та їх продукції, пошуку клієнтів і місце спілкування. За результатами дослідження, проведеного Factum Group Ukraine, регулярний доступ до мережі Інтернет на сьогодні мають 57% населення України. Основну групу онлайн-аудиторії складає молодь (15-29 років) - 39% та користувачі середнього віку (30-44 років) - 33%. При аналізі вікових категорій окремо було виявлено, що 91% молоді та 75% людей віком від 30 до 44 років є регулярними користувачами Інтернету. Тобто більший відсоток потенційних споживачів освітніх послуг отримують інформацію із інтернету. Тому ефективне застосування інструментів просування освітніх послуг сприятиме формуванню контингенту студентів ЗВО та становленню позитивного іміджу закладу.

Головною метою нашого дослідження є визначення основних напрямів просування освітніх послуг ЗВО у мережі Інтернет. Також необхідно забезпечити отримання даних від потенційних абітурієнтів з сайту, розкриття їх сутності та аналіз ефективності впливу інструментів інтернет-маркетингу на вибір інтернет користувачів.

У роботі представлено результати щодо створення автоматизованої системи дослідження та прогнозування попиту на освітні послуги. Інформаційна технологія побудована шляхом створення адаптивного програмного забезпечення, яке підтримує процеси отримання, накопичення та аналізу інформації що була зібрана з веб-сайту, надає функціональні інструменти для розрахунку та прогнозування попиту на освітні послуги користувачів.

В цілому отримання інформації представляє виконання наступних завдань. Фіксування усіх дій що були виконані інтернет-користувачем у системі, тобто проходження тестових завдань, на спеціальну тематику. Наступне - перегляд сторінок з цікавою для користувача інформації, що представляє собою статі на різні теми, залишення запитань на веб-сайті тощо.

У системі функції із прогнозуванням реалізовані як відображення графіків, які будуть демонструвати кількість інтернет-користувачів зацікавлених освітніми послугами, які попередньо були оброблені алгоритмом прогнозування.

Створюваний програмний комплекс представляє собою ізоморфний веб-додаток на мові TypeScript (JavaScript). На клієнтській частині програми реалізована технологія single page application (SPA) - односторінковий додаток із застосуванням фреймворку React. Для серверної частини застосований фреймворк Express. Також для комунікації серверної та клієнтської частини використана технологія GraphQL (як є вільно поширювана мова запитів). Для покращення продуктивності веб-додатку, використовується технологія server side rendering (SSR), що відтворює сторінку веб-додатку на сервері. Для розширення аудиторії користувачів веб-додаток підтримує багатомовність.

Функціональний склад створеного програмного комплексу забезпечить широкі можливості щодо отримання даних про потенційних абітурієнтів ЗВО, а також виконання маркетингових досліджень попиту користувачів на пропоновані навчальні дисципліни, спеціальності тощо.

## **Підходи до створення навчального курсу із VR-AR для студентів спеціальності «Комп'ютерна інженерія»**

Устенко А. Б., Іванов О. В., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Україна

Технології так званої віртуальної та доповненої реальності (VR, AR) нині стрімко розвиваються. Вони знаходять використання зокрема в галузях розваг, освіти, медицини, інжинірингу та інших. Згідно з оцінками маркетологів обсяг ринку VR-AR додатків та систем буде зростати приблизно на 50% щорічно. Отже, одержати знання та навички в цій галузі досить принадливо. Нині це можна зробити головним чином за рахунок спеціалізованих комерційних навчальних курсів або самоосвіти. Ми ж поставили задачу розглянути можливість створення навчального курсу з VR-AR саме в університеті для студентів спеціальності «Комп'ютерна інженерія». Нині цей проект знаходиться на початку розвитку, але можемо звітувати про перші результати свого аналізу.

Створення систем та додатків VR-AR передбачає роботу в кількох напрямках: вивчення предметної галузі та взаємодію з її фахівцями; дизайн; психологія; вибір технічних засобів; розробка програмного забезпечення та рішення системотехнічних проблем. Зрозуміло, що в даному курсі акцент повинен бути саме на програмно-технічних питаннях. Але при цьому важливим є момент синтезу одержаних знань та навичок, отже доцільно передбачити виконання курсового проекту.

Аналіз навчального плану спеціальності доводить, що найбільш прийнятним варіантом є викладання курсу для магістрантів. Таке рішення пов'язане з високою насиченістю начального плану бакалаврів. Водночас це може сприяти привабливості навчання в магістратурі, де можна ознайомитись з різними напрямками IT-кар'єри, а також створити підґрунтя для виконання дипломної роботи. Разом з тим накладаються додаткові вимоги, а саме наявність дослідницької частини.

Огляд сучасних технічних та програмних засобів VR-AR з позицій їх вивчення показує, що основними типами пристроїв, які доцільно вивчати в лабораторії є окуляри віртуальної реальності та джойстики, які доступні у відносно малобюджетних варіантах. Більш широкий спектр приладів (який включає зокрема шоломи VR, окуляри AR, маніпулятори різних типів, рукавички із сенсорами, платформи VR тощо) має вивчатись в лекційній частині курсу. При вивчанні приладів VR особлива увага повинна приділятися типовим інтерфейсам їх взаємодії із комп'ютерами та мобільними пристроями.

Аналіз програмного забезпечення для вивчення і конструювання VR доводить, що в лабораторних роботах доцільно використовувати популярне ПЗ для розробки комп'ютерних ігор (зокрема Unity 3D або Unreal Engine 4). Разом з тим на лекціях необхідно знайомитись із спеціалізованим ПЗ, що забезпечує реалізацію віртуальної реальності на різних пристроях, та надає можливість інтерактивно взаємодіяти з нею.

Метою лабораторного курсу повинно бути практичне знайомство із пристроями та ПЗ VR та одержання навичок із створення як програмних так і технічних продуктів у даній галузі. Зокрема можна рекомендувати наступні теми лабораторних робіт:

- демонстрація можливостей та основ роботи в VR системах;
- вивчення принципів програмування для кардбордів і окулярів VR;
- вивчення маніпуляторів і способів інтерактивної взаємодії з VR;
- вивчення проблем ергономічності використання VR систем.

Навички, які одержані в лабораторії, повинні скласти базу для виконання курсового проекту із створення завершеної системи віртуальної реальності з елементами інтерактивної взаємодії. Надалі планується поглиблене опрацювання змісту навчального курсу з VR-AR, в першу чергу лабораторних робіт та курсової роботи.

## **Адаптивне програмне забезпечення для аналізу показників діяльності та рейтингової оцінки роботи студентів**

Чістяков К. В., Дніпропетровський Національний Університет Залізничного Транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

У доповіді представлено результати щодо створення автоматизованої інформаційної технології стипендіального забезпечення закладів вищої освіти (ЗВО) України на основі комплексного рейтингового оцінювання діяльності студентів (ІТСЗР), запровадженого за постановою Кабінета Міністрів України від 29 грудня 2016 року №1050 «Деякі питання стипендіального забезпечення». Інформаційна технологія побудована шляхом створення адаптивного програмного забезпечення (ПЗ), яке підтримує процеси збирання, накопичення та аналізу показників академічної і неакадемічної діяльності студентів за сферами: організаційна, наукова, культурно-масова та спортивна. ІТСЗР надає функціональні інструменти для відбору претендентів, планування, розрахунку і прогнозування показників, а також відображення процесу нарахування стипендії за рейтингом для різних категорій студентів.

Головною метою розробки ПЗ є створення засобів автоматизації, необхідних для збирання, накопичення та аналізу даних щодо всіх показників діяльності студентів, Програмне забезпечення необхідне для факультетських стипендіальних комісій, а також для роботи навчального і планового відділу при вирішенні питань стипендіального забезпечення студентів. В середовищі ІТСЗР аналіз показників діяльності студентів представляє виконання наступних завдань: контроль якості виконання навчального плану, результати студентів у інших сферах діяльності. Процес відображає виконання робіт у вигляді таблиць, передбачає архівацію отриманих даних.

Українське законодавство не передбачає єдину рейтингову систему для визначення стипендій, тому кожний ЗВО самостійно розподіляє свої критерії для складання рейтингу успішності. Передбачається наступна структура процедур формування стипендіального забезпечення. Кожен студент, щоб отримати додатковий бал, повинен приймати участь у будь-якій з чотирьох сфер діяльності. Всі чотири сфери поділяються на декілька видів діяльності. Студент, приймаючи участь у цих сферах, отримує відповідний бал, який нараховується за допомогою оцінок важливості неакадемічних сфер діяльності. В системі ІЕСЗР передбачається можливість розрахунку коефіцієнтів важливості сфер діяльності на основі Методу Аналізу Ієрархій (МАІ).

Розроблене програмне забезпечення ІТСЗР є адаптованим до змін у вимогах до структури і складу та важливості сфер неакадемічної діяльності, які урахуються відповідно вимогам МОН, а також до встановлених відсотків загального стипендіального забезпечення бюджетної сфери. У доповіді наведено постановку завдання розробки ІТСЗР, функціональні характеристики програми та вимоги до засобів автоматизації, вхідні та вихідні дані, загальну структуру програмного забезпечення та побудову системи, приклад розрахункової звітної форми.

Користувачами ІТСЗР являються стипендіальні комісії факультетів та планові відділи ЗВО, які мають можливості формувати і порівнювати різні структури нарахування стипендій та планувати кошти на потреби визначених спеціальностей і категорій студентів. Програмне забезпечення інформаційної технології ІТСЗР пройшло попередні випробування і було прийняте до дослідного запровадження на факультеті технічної кібернетики ДНУЗТ.



## **Що до використання он-лайн ресурсів у наукових дослідженнях і освіті.**

Шевченко Г. Я., ТОВ Ноосфера, м.Дніпро, Україна.

Sara Pérez Martínez, Profesora de la Universidad Complutense de Madrid, Reino de España

Искандарова-Мала А. О., Дніпровський державний технічний університет, Україна

Шумейко О. О., Дніпровський державний технічний університет, Україна

Чи є життя без Інтернету? Це риторичне питання має свою відповідь – є, але це життя як мінімум минулих сторіч, а сучасного життя без інтернету немає. Глобальні мережі змінили уклад існуючої цивілізації, починаючи від меседжерів Skype, Whats App та електронної пошти, до крипто валюти та блокчейну. Майже ні одна сторона нашого життя, в тому числі і професійного, не обійшла впливу Інтернету. Однією з таких сфер є використання можливостей Інтернет в освіті і дослідницькій діяльності.

До цього питання можна відноситися по різному, але у 2017 році, за даними IES 5,1% студентів отримали освіту дистанційно, а більше 20% проходили вибрані курси он-лайн.

Для розробки он-лайн ресурсів при проведенні освітянської діяльності, існує безліч інструментів, наприклад, Articulate Studio, The Sloan Consortium, SmartBuilder, для вивчення дисциплін, пов'язаних з проведенням експериментів, існує можливість використання віртуальних лабораторій, наприклад, eScience Labs чи Late Nite Labs. Це все так. Але як правило, існуюча множина цих інструментів дозволяє вирішувати стандартні проблеми, які виникають під час навчання або моделювання нескладних процесів. У разі, коли ми виходимо за ці рамки, одразу виникає проблема, і ця проблема не в тому, що не існує можливостей для моделювання складних задач, існують такі речі як Matlab, R з колекцією бібліотек, Python зі своїми бібліотеками. Ці наявні програмні засоби дозволяють вирішити широкий спектр різних задач. Але! Це програмні засоби, а особа, яка потребує розв'язку тієї чи іншої інженерної або наукової проблеми не обов'язково повинна мати досвід програмування.

Для того, щоб допомогти, підставити плече дослідникові, який потребує допомоги в обробці тієї чи іншої інформації, нами запропоновано он-лайн ресурси з різного роду інструментами для первинної обробки даних, а також для спрощення різного роду рутинної роботи.

На даний момент на ресурсі <https://www.sciencehunter.net/> є можливість провести різного роду статистичну обробку, застосувати засоби Data Mining до даних користувача, отримати візуалізацію оброблених результатів та ін. У розділі, присвяченому інженерним розрахункам, можна он-лайн зробити розрахунки залізо-бетонних конструкцій, або провести дослідження напружено-деформованого стану елементів конструкцій. На ресурсі представлена експертна система «Прогноз» та наявна можливість провести діагностику хвороб печінки за результатами аналізу біохімії крові, та багато чого іншого. Окрім того, на ресурсі є можливість викласти інформацію про свої дослідження і знайти інвестора.

Ресурс <https://www.4author.com/> присвячений науковцям, аспірантам, студентам старших курсів та магістрам. На цьому ресурсі є досить багато корисної інформації та є можливість спростити ту рутинну роботу, без якої не обійтися, це – оформлення бібліографії, підборка статей за інтересами користувача, аналіз текстів, пошук журналів за спеціальністю, які входять до науко метричних баз та багато чого іншого.

## Мовна особистість сучасного викладача. Гендерний аспект

Шуліченко Т. С., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна, Україна

На мовну поведінку людини впливають два складники: психофізіологічні особливості та гендерні стереотипи. Вони є нерозривними частинами одного цілого-формування особистості та вираження її в мові, утім ступінь їх значення сьогодні все ще залишається предметом дискусії. Дослідити їхній вплив на формування мовної особистості чоловіків і жінок є метою даної наукової розвідки. Актуальність цього дослідження полягає у тому, що напружена політична ситуація у нашій країні, яка триває з 2014 року, кардинально змінила мовну поведінку чоловіків і жінок, поклавши край процесу уніфікації статі.

На поведінку людини, на те як вона реагує на виклики сучасності, як розмовляє, безперечно, впливає її стать, яку все ж видається неправильним зовсім не брати до уваги. Утім, значно більший вплив на діяльність та мовну поведінку людини має те, скільки уваги приділяється її статі в суспільстві, де вона живе. Далеко не останню роль у цьому відіграють усталені століттями гендерні стереотипи, яких зовсім нелегко позбутися, адже вони міцно вкорінюються у свідомості не лише чоловіків, а й жінок. Проаналізувавши різні історичні епохи можна сказати, що на території сучасної України були як досить сприятливі для жінок часи, такі й несприятливі. Період розквіту Київської Русі та козацьких визвольних змагань сприяли розвитку таких якостей української жінки, як незалежність, впевненість у собі, уміння відстояти власну думку. У той же час ті періоди в історії, які позначилися пригніченням жінок, впливають на їхню поведінку та стиль спілкування й зараз. Проаналізувавши мову сучасних жінок, у тому числі викладачів, можна зробити висновок, що і зараз жінки говорять тихіше, ніж чоловіки, і менш впевнено. Якщо чоловіки тяжіють до незалежності та категоричності у своїх висловлюваннях, особливо якщо виражають власну думку на певне питання, то жінки менш категоричні і дуже часто занадто докладно намагаються пояснити свою думку, постійно звертаючись до співрозмовника або до всієї аудиторії. Саме цим відрізняється чоловічий стиль викладання від жіночого. Отже, публічно і впевнено висловлювати свої думки для сучасних жінок все ще незвично. Чоловіки надзвичайно люблять слухати себе, це демонструють як громадські діячі, політики, так і викладачі. Чоловіки значно охочіше виступають публічно, вони впевнені в собі, адже світ фактично завжди належав їм. Жінки не прагнуть публічних виступів, для них зручніше бути учасником групової бесіди. Таку тенденцію можна побачити на багатьох телеканалах новин, куди запрошують для обговорення політичних питань, як правило, одного або двох людей. Якщо запрошений чоловік, то ми слухаємо довгу, голосну і впевнену промову стосовно поставленого питання. Якщо ж запрошена жінка, то ми спостерігаємо за діалогом її та ведучого. Чоловіків, до речі, менше перебивають, хоч їх висловлювання займають більше часу. Також було помічено, що коли говорить чоловік, його слухають уважніше як чоловіки, так і жінки, ніж мовця- жінку, тобто домінує зневажливе ставлення до жіночих висловлювань. Варто зазначити, що жінки психологічно більше потребують спілкування, ніж чоловіки. Жінкам також притаманно думати вголос, озвучувати проблему з різних ракурсів, чого не розуміють чоловіки, які виловлюються тільки що озвучити рішення проблеми. До того ж жінки зазвичай починають розмову не з суті, а з деталей. Це призводить до того, що існує стереотип про балакучість жінки, яка не може логічно і лаконічно висловити власні думки.

Отже, чоловіки і жінки все ж мають різні потреби в спілкуванні і різні мовні стратегії, одна частина з яких продиктована психофізіологічними особливостями, а інша – гендерними стереотипами, що склалися історично.

## Проблемы организации образовательного процесса при освоении инновационных технологий DevOps

Коротенко Г. М., Коротенко Л. М., Мякенький А. В., Национальный технический университет «Днепровская политехника», Украина

В настоящее время понятие «среда разработки» (development environment – dev) получила новую трактовку, в отличие от понятия «интегрированная среда разработки» (integrated development environment). Постоянно растущая сложность разрабатываемых программных систем, а также увеличение числа и размеров их компонентов породили методологию DevOps. Это название возникло при объединении сокращений терминов «разработка» (development, Dev) и «эксплуатация» (operations, Ops).

По определению, предложенному Басом, Вебером и Чжу: DevOps – это набор практик, предназначенных для сокращения времени между внесением изменений в систему и изменением в конечном продукте при обеспечении его высокого качества. По данным ресурса TechRepublic в США, Англии, Германии и Индии в настоящее время наиболее востребованными и оплачиваемыми являются специалисты DevOps (DevOps specialists). При этом, феномен DevOps объединил под своими знаменами невероятный конгломерат существующих и постоянно создаваемых организационных структур, технологий, платформ, сервисов, инструментов и т.д. Весь комплекс используемых процессов распадается на пять основных подпроцессов:

- планирование (Plan) – сбор требований и создание плана решения задачи;
- кодирование (Code) – разработка/обновление кода, фиксация кода в архиве, подготовка билдов (сборок) и модульное (юнит) тестирование;
- развертывание (Deploy) – развертывание кода для тестирования сред, QA и UAT (обеспечение качества, приемочные испытания пользователями) и т.д.;
- тестирование (Test) – интеграционное, функциональное, продуктивности, безопасности, приемочное;
- мониторинг (Monitor) – мониторинг производительности, оптимизация инфраструктуры, мониторинг уведомлений о проблемах и т.д.

К 2018 году количество программных технологий и инструментов, поддерживающих различные этапы применения практик DevOps, существенно увеличилось. Анализ информационных источников показал, что на разных этапах процесса DevOps используется широкий спектр популярных программных продуктов:

- управление кодом (Source control) – Git, Bitbucket, VSTS;
- непрерывная интеграция / непрерывная доставка (Continuous integration / Continuous Delivery, CI/CD): а) локальные продукты: GitLab CI, TeamCity, Bamboo, Jenkins, Circle CI; б) облачные продукты: Heroku CI, Travis, Codeship, Buddy CI, AWS CodeBuild;
- автоматизация инфраструктуры (Infrastructure automation) – Puppet; Chef; Ansible;
- автоматизация развертывания и оркестровка (Deployment automation and orchestration) – Jenkins, VSTS, Octopus Deploy;
- контейнеризация (Containerization) – Docker, Lxd;
- оркестровка (Orchestration) – Kubernetes, Mesos, Swarm;
- облачные вычисления (Cloud computing) и сервисы на базе облачных вычислений – AWS, Azure, Google Cloud Platform.

Вышеперечисленный спектр разнопланового программного обеспечения, технической, организационной и методической инфраструктур, а также разнообразие архитектур информационных систем и существующих платформ, на которых они используются, выдвигает достаточно сложную и многоплановую проблему перед кафедрами ВУЗов, ведущими подготовку студентов в области знаний 12 «Информационные технологии» при организации изучения инновационных практик, процессов и технологий DevOps.

## **Влияние развития цифровых технологий на преподавание компьютерных дисциплин в ВУЗе**

Коротенко Г. М., Коротенко Л. М., Рябичев О. О., Национальный технический университет «Днепропетровская политехника», Украина

Стремительное развитие области компьютеринга ставит все новые вызовы перед Университетами. Никто и представить не мог, что одной из самых высокооплачиваемых должностей станет аналитик данных (data analyst). С развитием и распространением цифровых технологий перед бизнесом появились не только возможности поиска новых решений прежних задач, но и новые, ранее неизвестные задачи, для которых требуются люди, способные в них разобраться. Chief Digital Officer (главный специалист по цифровым технологиям), или сокращенно CDO, – это проводник компании по цифровым решениям и продуктам, человек, который должен увидеть и понять, как можно усовершенствовать бизнес и развивать компанию с помощью новых информационных технологий (ИТ).

Ключевая задача CDO – преобразование компании, формирование видения и детального плана действий по трансформации бизнес-процессов, продуктов и услуг в цифровой формат. CDO должен смотреть на цифровой мир в глобальном масштабе, понимать, какие технологии существуют, где они могут применяться, а самое главное, где они смогут принести пользу.

Следует отметить, что в ряде случаев CDO расшифровывается как Chief Data Officer. Chief Digital Officer выступает в роли Chief Data Officer на этапе обработки технологических данных. CDO анализирует информацию, поступающую от оборудования, собственных продуктов, использует такие технологии, как AR/VR (технологии виртуальной / дополненной реальности), машинное обучение, искусственный интеллект и Big Data (большие данные), с целью получения полной «картины» по результатам внедрения технологических решений в работу компании, для повышения достоверности прогнозов в интересах бизнес-подразделений, для нахождения решений по улучшению и ускорению важнейших бизнес-процессов.

Поскольку на объектах железных дорог разрабатывают и внедряют новые поколения сложных устройств контроля и мониторинга, последние призваны обнаруживать и собирать большие объемы данных во многих взаимосвязанных системах. Эти большие объемы данных, часто называемые Big Data, настолько объемны и сложны, что традиционное прикладное программное обеспечение для обработки данных может оказаться непригодным. Для получения достоверных результатов приходится использовать прогностическую аналитику или другие методы расширенной аналитики, которые извлекают из данных требуемую информацию. Это считается частью новой области науки о данных.

Наука о данных – это междисциплинарная область, в которой используются инструменты и методы анализа, позволяющие извлекать знания или идеи из данных в различных формах, в т.ч. структурированных или неструктурированных. Наука предоставляет пути (и инструменты) для работы и использования Big Data, включая способы обнаружить отношения и разработать интеллектуальные аналитические возможности, а также осмыслить различные изображения, потоки данных и другую важную информацию.

Следует отметить также появление понятия INDUSTRY 4.0, которое относится к так называемой четвертой промышленной революции, характеризующейся интеллектуальными системами и промышленными интернет-решениями. Мировой транспортный сектор, особенно железные дороги, в значительной степени принял на вооружение INDUSTRY 4.0. Использование все новых и новых технологий ведет к повышению качества услуг, повышению эффективности использования ресурсов предприятия и отрасли в целом.

Таким образом, основной задачей Университетов является формирование новых программ для поддержки соответствующих компетенций и подготовки специалистов в продолжающейся развиваться области компьютеринга.

## **ІНФОРМАЦІЙНА БЕЗПЕКА**

## Електронне управління: латентні загрози безпеці вітчизняного інформаційного простору

Агієнко І. В., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
ім. академіка В. Лазаряна, Україна

Принципово новою формою державного управління та справочинства на рівні всіх ланок суспільства стало електронне управління (е-управління), яке дозволяє здійснювати управлінські функції і супутній документообіг через сучасні телекомунікаційні мережі. Перспективи її розвитку були визначені урядом, який ухвалив «Концепцію розвитку електронного урядування в Україні» у вересні 2017 року. Трансформаційний шлях, який пропонується в рамках даної Концепції, робить акцент на застосуванні сучасних інноваційних технологій (у тому числі хмарної інфраструктури, Blockchain, Mobile ID, shareding есопому, просування методики опрацювання даних великих обсягів (Big Data) і т.д.). Окреслені цим документом перспективи вражають.

Але на даному етапі розвитку системи попередній аналіз її впровадження дає несподіваний результат, якщо робити цей аналіз за неочікуваними для ІТ-фахівців та можновладців показниками. А саме: з точки зору права власності на ланки системи і величезного масиву даних, які вона містить. Загальновідомий вираз «Хто володіє інформацією, той володіє світом» наповнюється несподівано загрозливим змістом.

Приклад: з квітня 2018 року вступила до активної фази інформаційна система «Хелсі», яка є інструментом втілення медичної реформи на державному рівні. Система знайома багатьом громадянам України, наприклад, за досвідом реєстрації у обраного сімейного лікаря. За офіційними даними МОЗ адміністратором еHealth-системи являється створене з цією метою Державне підприємство «Електронне здоров'я».

А далі – справжній детектив з правами на систему як об'єкт власності. Хто є розробником системи та її компонентів, а головне, хто є власником майнових прав на неї? Не адміністратором, а саме правовласником? На сайті <https://reform.helsi.me/about-us> ні слова про державне підприємство, але є інформація: «Компанія Helsi – це команда програмістів, ... спеціалістів з впровадження та консультантів». Відомості про юридичну адресу компанії чи її статус як юридичної особи відсутні. Кропітке дослідження державних реєстрів таки дало результат у вигляді даних ТОВ «Хелсі ЮА» - приватної структури, яка мала епізоди запрошення ІТ-фахівців для роботи з програмним забезпеченням медичної системи «Хелсі».

На тлі цієї суперечливої інформації потребує подальшого аналізу два документи:

- запит народного депутата Попова І.В. від 06.04.2018 року Голові Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації України про те, кому саме – ТОВ «Хелсі ЮА» чи громадській організації «Трансперенсі Інтернешнл Україна», яка є центральним адміністратором (!) бази даних системи «Хелсі», був наданий сертифікат комплексної системи захисту інформації (КСЗІ) для впровадження цієї системи на державному рівні;

- Постанова Кабінету міністрів України № 411 від 25.04.2018 року «Деякі питання електронної системи охорони здоров'я», пунктом 6. якої передбачено «...передачу Національній службі здоров'я до 1 січня 2019 р. майнових прав на програмне забезпечення центральної бази даних».

А до 01.01.2019 р. яка юридична особа – приватне підприємство чи громадська організація – є власником майнових прав на систему «Хелсі», і за якою ціною НСЗУ будуть передані ці права, і хто зараз є фактичним власником і розпорядником того масиву інформації державного масштабу, який збрала система «Хелсі» за період її «тестового» впровадження? І хто контролює розпорядження цими правами до 01.01 2019 року?

І які ще загрози вітчизняному інформаційному простору містить досвід впровадження електронного управління без відкритої відповіді на питання: хто правовласник (хто фактично «е-управляє»)?

## **Дослідження та розробка засобів автоматизованого проектування елементів систем захисту інформації**

Вахмістров М. О., Остапець Д. О., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

При виконанні службових обов'язків, спрямованих на розробку систем захисту інформації або їх елементів, 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 обробити велику кількість інформації для відбору потрібних засобів захисту інформації.

Сайт Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації (ДССЗІ) України містить перелік засобів захисту інформації, які відповідають вимогам нормативних документів з питань ТЗІ, але він зовсім не пристосований для швидкого пошуку потрібних технічних засобів, через це підбір елементів з переліку виконується самостійно, що відповідно значно збільшує час роботи спеціаліста.

При цьому, інформація на сайті періодично оновлюється (зазвичай один раз на місяць).

В роботі було проведено огляд та аналіз існуючих засобів автоматичного проектування систем захисту інформації, за результатами якого встановлено, що аналогів подібних систем в Україні немає.

Але питання створення САПР систем захисту інформації вирішується та є актуальним.

Для рішення даної проблеми пропонується створити САПР, яка має обробляти інформацію на сайті ДССЗІ про сертифіковані засоби та визначати можливості їх застосування в конкретній системі. Користувач задає тільки потрібний йому функціональний профіль та додаткові критерії, у відповідь програмний комплекс видає можливі варіанти його реалізації.

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, а також виконати:

- обробку html таблиць для збору актуальної інформації;
- нормалізацію отриманих даних;
- отримання характеристик кожного елемента і занесення їх в базу, використовуючи регулярні вирази.

В роботі проаналізовані різні варіанти реалізації систем штучного інтелекту та обрана реалізація системи на основі нейронної мережі.

Дана система характеризувалась швидким навчанням та великою точністю результатів поставлених задач.

Даний програмний комплекс може бути використаний для підвищення продуктивності спеціалістів з захисту інформації, які створюють, модернізують та впроваджують системи захисту інформації відповідно до вимог ДССЗІ.

Також комплекс може бути використаний в навчальному процесі для ознайомлення студентів спеціальності 125 «Кібербезпека» з можливостями проектування систем захисту інформації.

## Моделювання алгоритмів оцінки каналів системи зв'язку LTE

Гнатушенко В. В., Демченко І. Р., Національна металургійна академія України, Україна

LTE (Long-Term Evolution) - мережа, яка забезпечує високошвидкісну передачу даних для мобільних терміналів, була вперше випробувана в 2009 році в містах Осло і Стокгольмі. При передачі інформації від відправника до одержувача дані проходять по каналу радіозв'язку, який в загальному випадку постійно змінюється під впливом зовнішніх чинників, шумів і перешкод. Все це призводить до того, що отримані дані змінюються в процесі проходження. Тому актуальною є задачі оцінки каналу зв'язку і оцінки впливу на передану інформацію, що дозволить збільшити ефективність та надійність передачі даних. Залежно від того, яка модель алгоритму буде використана, здатність системи протистояти завадам буде більшою або меншою. Таким чином, необхідно визначити алгоритм, при якому ця здатність виявиться максимальною.

Для забезпечення ефективного розподілу ресурсу як в часовій, так і в частотній областях, для LTE був обраний метод множини несучих. Для низхідній лінії зв'язку було обрано мультиплексування з ортогональним частотним рознесенням - OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), а для висхідній лінії зв'язку множинний доступ з частотним поділом каналів на одній частоті - SC-FDMA (Single Carrier Frequency Division Multiple Access). Технологія OFDM має ряд переваг, але також вона не позбавлена і недоліків, основним з яких є високе значення відношення пікової потужності сигналу до його середньої потужності (PAPR - Peak-to-average power ratio), що тягне за собою великі енергетичні витрати, які неприпустимі для мобільних станцій.

В роботі розроблена спрощена модель зв'язку. Дані з джерела потрапляють в OFDM-модулятор, перетворюються в потік відповідних комплексних чисел, після чого, перед надходженням в канал радіозв'язку, до них приєднують циклічний префікс. У процесі поширення до сигналу додається адитивний білий гаусівський шум. У приймальному пристрої відбувається зворотна операція: від прийнятого сигналу відокремлюють циклічний префікс, демодулюють і отримують дані. Однак, отримані дані після проходження каналу виявляються зміненими комплексним коефіцієнтом передачі, а також впливом шумів при поширенні. Тому виникає задача оцінки каналу зв'язку у рамках правильного відновлення даних. Сама оцінка здійснюється за допомогою пілот-символів, чиї значення і розташування в ресурсному блоці відомі. Перший крок в алгоритмі оцінки каналу – виділення пілот-символів з отриманих ресурсних блоків і оцінка впливу на них каналу. Другий – отриману оцінку усереднюють, щоб зменшити небажаний шум від каналу. Створюються віртуальні пілоти, щоб «допомогти» процесу інтерполяції біля країв ресурсного блоку, де відсутні опорні пілот-символи. Використовуючи усереднені оцінки звичайних і віртуальних пілот-символів, виконується інтерполяція і оцінюються коефіцієнти передачі. Щоб звести до мінімуму вплив шуму на оцінку коефіцієнта передачі, проводиться його усереднення. Як тільки шум буде зменшений завдяки системі усереднення пілот-символів і буде визначено достатню кількість віртуальних пілотів, можна використовувати інтерполяцію для оцінки всіх інших значень ресурсної сітки.

Процес інтерполяції представлено та досліджено у даній роботі на базі кусочно-ступінчатої, лінійної та кубічної сплайн-інтерполяції. Більш точні оцінки забезпечує кубічна інтерполяція, але технічно більш складна та істотно програє в часі іншим методам. Тому доцільно застосовувати більш просту лінійну інтерполяцію.

В результаті проведення імітаційних досліджень зроблено висновок, що кращим алгоритмом оцінки каналу зв'язку LTE, при якому стійкість системи виявляється вище, є алгоритм із застосуванням усереднення методом вікна з використанням інтерполяції кубічними сплайнами.



## Огляд методів визначення штучних об'єктів у просторі

Гнатушенко В. В., Числов Ю. Ю., Національна металургійна академія України, Україна

В даний час роботи та робототехніка стали невід'ємною частиною сучасного життя: системи безпеки, медицина, військова промисловість, дослідження і освоєння космосу. У зв'язку з цим з'являються завдань, пов'язані з управлінням штучними об'єктами і оптимізацією алгоритмів їх роботи. Одним з актуальних завдань є навігація: визначення розташування штучних мобільних об'єктів, які не здатні самостійно визначити свої координати. Задача визначення об'єктів на растровому зображенні полягає в знаходженні об'єктів заданого класу, і, в разі, якщо вони присутні, визначення двовимірних координат і меж. Даний процес містить деяка фаз: 1. Попередня обробка, 2. Розбиття зображення, 3. Класифікація, 4. Верифікація - перевірка точності заданого класифікатора. Для поліпшення якості детектування розглянуті та дослідженні наступні алгоритми.

Метод SIFT (Scale Invariant Feature Transform) виявляє і описує локальні особливості зображення. Роботу алгоритму можна розділити на дві частини: визначення ключових точок та побудова дескрипторів для околиць цих точок. Перевагою цього алгоритму є: отримані дескриптори інваріантні до масштабування і поворотам зображення, а також стійкі до змін освітлення і наявності шуму. Головний мінус SIFT – висока обчислювальна складність. Метод не працює в ряді випадків: різні умови освітлення (наприклад, день/ніч); наявність відображаючих поверхонь; сильні відмінності кута огляду. Наявність цих недоліків робить недоцільним використання алгоритму SIFT в даній роботі.

HOG (Histogram of Oriented Gradients - гістограма орієнтованих (спрямованих) градієнтів). Багато в чому алгоритм орієнтованих градієнтів збігається з алгоритмом побудови дескрипторів SIFT. Їх основною відмінністю є області які розглядаються: SIFT дескриптор будується для околиць ключових точок, HOG-дескриптори описують всі зображення, при цьому навіть перекриваючи один одного.

Завдання класифікації – визначення класу об'єкта з якого-небудь із заданих формальних ознак. Розглянемо методи для вирішення цього завдання, їх переваги та недоліки:

1. Naive Bayes. Переваги алгоритму Naive Bayes: простота інтерпретації результатів; можливість суміщення закономірностей, виведених з даних та емпіричних знань; відсутність необхідності надлишкового ускладнення моделі. Однак, байєсівський підхід має і ряд недоліків: алгоритм слід використовувати тільки в разі, якщо змінні статистично незалежні; при переході від безперервних даних до дискретної шкали можуть виникати втрати закономірностей - перехід необхідний для обробки.
2. Алгоритм k-найближчих сусідів. Недоліком kNN є висока обчислювальна трудомісткість, яка збільшується квадратично зі збільшенням числа записів в наборі даних.
3. Класифікаційні правила CN2 використовуються в разі алгоритмів навчання «з учителем», де за навчальною вибіркою формуються класифікаційні правила.
4. Дерево рішень. Перевагою є можливість отримувати правила з бази даних на «природній мові». Класифікація за допомогою методу дерев рішень займає значно менше часу, ніж більшість інших методів класифікації.
5. Метод опорних векторів SVM – це найбільш швидкий метод знаходження вирішальних функцій; метод знаходить смугу максимальної ширини яка розділяє, що дозволяє здійснювати більш впевнену класифікацію; метод чутливий до шумів і стандартизації даних;

Методи розпізнавання об'єктів у просторі, які розглянуті, є найбільш поширеними для задач детектування. Однак найчастіше ці завдання використовують стаціонарні камери і досить потужні обчислювальні пристрої для визначення даних. У зв'язку з цим потрібно розробити власну модель визначення координат штучних об'єктів у просторі з урахування наведених переваг та недоліків існуючих сучасних методів.

## Дослідження та розробка комплексу контролю доступу на базі біометричних методик

Годун Е. Д., Капшученко Д. О., Остапеч Д. О., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Процедура розпізнавання користувача у системах ідентифікації вимагає наявності певного ідентифікатора. Найчастіше використовують пароль, ідентифікаційну картку, токен. Ці ідентифікатори не вважаються надійними, тому що, наприклад, пароль можна забути, картку загубити чи підробити.

На відміну від них, біометричні системи ґрунтуються на унікальних біологічних характеристиках людини, які важко сфальсифікувати і які однозначно визначають конкретну людину. До таких характеристик відносяться відбитки пальців, форма долоні, візерунок райдужної оболонки, зображення сітківки ока та ін.

Основним недоліком систем ідентифікації за біометричними характеристиками є дороге обладнання. З урахуванням цього вигідно вирізняється розпізнавання людини за зображенням особи, тому що для цього метода аутентифікації потрібні лише персональний комп'ютер і відеокамеру.

Багато сучасних підприємств вже мають систему відеоспостереження, що зводить до мінімуму проблему апаратного забезпечення системи розпізнавання людини за зображенням особи. Таким чином, прийнято рішення про створення в рамках розроблюваної системи інтелектуального модуля ідентифікації осіб, який можна використовувати спільно з уже існуючим відеоспостереженням.

Модуль вирішено поділити на дві підсистеми: підсистема розпізнавання та підсистема збору і зберігання даних.

В даний час відомі такі методи розпізнавання особи:

- метод головних компонентів;
- лінійний дискримінантний аналіз;
- 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.

При розробці підсистеми збору та зберігання даних розглянуті можливості використання централізованої, децентралізованої та гібридної структур системи.

На основі розглянутих варіантів виділено такі основні компоненти підсистеми:

- розгалужена система відеокамер, що підключені до локальної мережі;
- розподілена підсистема обробки початкового зображення
- централізована база даних.

Також передбачена можливість експорту інформації в існуючу систему обліку підприємства.

На вузлах підсистеми обробки початкового зображення виділяється біометричний підпис, що передається до бази даних, яка зберігає еталонні дані, на основі яких і проводиться розпізнавання.

Передбачається захист інформації, що зберігається в базі даних та передається каналами зв'язку.

## Дослідження та розробка апаратно-програмного генератора випадкових чисел

Дьоміна Т. А., Остапець Д. О., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

У сучасному світі випадкові числа дуже поширені. Їх використовують у соціологічних і наукових дослідженнях, моделюванні, автоматизованих експертних системах, оптимізації функціональних взаємозв'язків, тестуванні, іграх тощо. Також досить гостро стоїть проблема доступу до особистих даних. Для вирішення даної задачі використовуються криптографічні алгоритми шифрування, генеруються унікальні ідентифікатори та ін. Випадкові числа є ключем для цих перетворень, тому проблема генерації якісних випадкових чисел актуальна. Основними методами отримання випадкових чисел є:

- Спеціальні таблиці випадкових чисел. Вони створені для невеликої кількості законів розподілення та зберігання їх в пам'яті обчислювальної машини є досить незручним.

- Програмні алгоритми. Поширений метод генерації тому, що має досить високу швидкодію. Однак, такі алгоритми є періодичними, оскільки кожне наступне число такої послідовності визначається на основі деякої комбінації попередніх значень.

- Апаратні або фізичні датчики. Згенеровані числа є вимірними значеннями якогось випадкового фізичного процесу, тому дані числа є аперіодичними і непередбачуваними. До недоліків можна віднести нижчу швидкодію, неможливість повторного відтворення обчислень.

- Поєднання програмної і апаратної генерації випадкових чисел. Генерування на основі різних фізичних явищ (наприклад, тепловий шум резистора і т.і.) з подальшою програмною обробкою. Генератор на основі шуму дозволить отримати необмежені послідовності випадкових чисел з потрібними характеристиками.

Також проаналізовані існуючі генератори випадкових чисел та їх робота: чіпсет Intel800, звукова карта HD AudioRealtek, Protegost, TrueRNGpro, RNG-01, Quantis.

Зважаючи на переваги та недоліки кожного методу та пристрою, вирішено реалізувати апаратно програмний генератор випадкових чисел на основі шуму.

Цей метод має більш складну реалізацію, проте це дає змогу використовувати його у декількох режимах роботи:

- отримання дійсно випадкових чисел з використанням джерела шуму;
- отримання послідовностей алгоритмічно згенерованих випадкових чисел з початковим налаштуванням алгоритму з використанням джерела випадкового шуму;
- програмна генерація псевдовипадкових чисел із заданими параметрами.

В роботі проаналізовані існуючі напівпровідникові елементи, які використовуються для знаття шумів: кремнієві діоди, газоразрядні діоди, стабілітрони, шумові діоди надвисокогочастотного випромінювання. Оскільки стабілітрон має достатній діапазон шумів і є більш доступним, прийнято рішення використовувати саме його.

Апаратна частина комплексу являє собою пристрій, збудований на основі мікроконтролера, який підключається до комп'ютера користувача через USB. Програмна частина комплексу складається із двох частин:

- програмного забезпечення мікроконтролера пристрою, яке містить реалізацію основних алгоритмів, протоколів з розробленою системою команд;
- спеціалізованого API для створення клієнтського програмного забезпечення.

У якості апаратної частини вирішено використовувати мікроконтролер серії Atmega328 (на платформі Arduino) у зв'язку з його широким розповсюдженням та задоволенням усім вимогам. Розроблюваний комплекс – це апаратна платформа з програмним забезпеченням, яка дозволяє користувачу отримувати випадкові числа для їх подальшого використання. Цей комплекс може бути використано в багатьох сферах діяльності, зокрема в навчальному процесі при підготовці бакалаврів спеціальності 125 «Кібербезпека».

## **Дослідження та розробка засобів захищеного обміну повідомленнями**

Євстїгнєєв Д. І., Остапець Д. О., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Обмін повідомленнями є способом спілкування, який досі активно використовується, змінюються лише технології, які його забезпечують. Однією з популярних технологій, що забезпечують такий обмін є технологія SMS (Short Message Service – служба обміну короткими повідомленнями), але все більш розповсюдженою стає комунікація через програми обміну миттєвими повідомленнями.

SMS має ряд недоліків, найбільш істотним з яких є недосконалість системи ЗКС-7 (загальноканалльної сигналізації) – набору телефонних протоколів, що забезпечує передачу службової інформації по стільниковим мережам а також SMS-повідомлень. Вона полягає в тому, що для отримання повного доступу до системи достатньо здійснити злом одного з операторів зв'язку, або ж забезпечити виконання ним необхідних дій іншими способами. Крім того, повідомлення зберігаються у мобільного оператора у відкритому вигляді, тож він має можливість ознайомлення з їх змістом. На відміну від SMS, в системах обміну повідомленнями вони передаються і зберігаються у зашифрованому вигляді, що виключає можливість їх перегляду з боку сторонніх осіб.

Такі системи активно використовуються робітниками багатьох установ, які можуть обговорювати конфіденційну інформацію, витік якої є небажаним, тож є необхідність в модернізації таких систем.

Оскільки код серверної частини є закритим, вирішено створити власний програмний комплекс і забезпечити його роботу без апаратної модернізації обладнання. Даний комплекс відповідає базовим вимогам – забезпечує конфіденційність та контроль цілісності повідомлень а також автентифікацію учасників.

Додатковими вимогами є:

- наявність різних способів верифікації співрозмовників;
- надання інформації про те, чи є учасник верифікованим;
- інформування користувача про зміну ключів шифрування;
- можливість повторного шифрування та відправки повідомлень, що загубилися;
- обов'язкове проходження верифікації перед надсиланням повідомлення.

Даний комплекс складається з клієнтської та серверної частини. У якості мови програмування обрано C++.

В роботі проведено аналіз відомих протоколів обміну повідомленнями: Off-The-Record, Signal і Matrix, за результатами якого обрано протокол Signal. Даний протокол є найбільш повно документованим, також в наявності є бібліотека Signal Protocol C library, що його реалізує. Бібліотека розповсюджується згідно ліцензії GPLv3 (можна вільно користуватися, розповсюджувати та модифікувати дану бібліотеку при умові публікації вихідного коду зміненої версії).

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.

## Підвищення рівня захищеності корпоративної мережі

Івченко Ю. М., ДНУЗТ, Дніпро, Україна

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

Сас Т. В., ВП «Дніпровське відділення» філії ГІОЦ, Дніпро, Україна

В останні роки, випадки несанкціонованого втручання в роботу корпоративних мереж передачі даних значно поширилися. Завжди існує загроза нової хвилі кібератак, які можуть нанести шкоду інтересам корпорації.

З метою розробки заходів з підвищення рівня захищеності було проведено аналіз існуючої структури мережі з точки зору інформаційної безпеки, який виявив існуючі недоліки.

Вирішувалася задача організації захисту периметру, що має забезпечити ефективну протидію зовнішнім загрозам, контроль та виявлення загроз при інформаційному обміні між сегментами мережі, запобігання використанню каналів доступу до мережі Інтернет та єдиної мережі передачі даних корпорації (ЄМПД) для здійснення кібератак та інших зловмисних дій.

При впровадженні системи міжмережевого екранування нового покоління Cisco FirePower у вузлах INTERNET та WAN забезпечується захист користувачів та сервісів при доступі до мережі інтернет та при передачі трафіка між ГІОЦ і виробничими підрозділами.

Система міжмережевого екранування Cisco FirePower виконує наступні функції: традиційного міжмережевого екрану L3-4 рівнів (трансляція мережевих адрес, авторизація сесій передачі даних, відкриття портів та ін.); аналіз трафіку на 7-ому рівні моделі OSI; сигнатурний аналіз трафіку; репутаційний аналіз трафіку; централізований моніторинг; автоматизоване оновлення баз сигнатур та репутацій; аналіз файлів, що передаються мережею, на предмет наявності шкідливого коду; фільтрація трафіку на основі URL-адрес та категорій із блокуванням відомих шкідливих або потенційно небезпечних URL, доменів та мереж; єдине керування та розповсюдження уніфікованих політик міжмережевого екранування.

Керування та моніторинг роботи міжмережевих екранів здійснюється централізовано через веб-інтерфейс центра керування системою Firepower Management Center (FMC). Завантаження оновлень програмного забезпечення, сигнатур, репутаційних та геолокаційних даних також здійснюється централізовано FMC із Cisco-ресурсів в мережі інтернет та розповсюджується на сенсори FirePower ГІОЦ та його виробничих підрозділів.

Система FMC передбачає можливість створення користувачів із різними рівнями привілеїв щодо можливостей модифікації конфігурації та перегляду подій (поточні сесії, вторгнення, malware події, тощо), а також адміністрування системи. Для періодичного збереження резервних копій конфігурації FMC, повинна використовуватися система резервного копіювання.

Проведена модернізація вузла ЄМПД та Інтернет-вузла у ВП «Дніпровське відділення» 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 доступу користувачів Придніпровського регіону до інформаційних ресурсів.

## Роль SIEM у сфері інформаційної безпеки організації

Кабаченко Д. О., Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна

Коли компанія починає займатися інформаційною безпекою, їй доводиться впроваджувати величезну кількість різнорідних систем. Антивірус, міжмережевий екран, мережева система виявлення вторгнень, хостова система виявлення вторгнень, фаєрвол веб додатків, сканер вразливостей, система контролю цілісності – і це далеко не самий повний список того, що може використовуватися в організації. Оскільки безпека – це не тільки стан системи (в класичному визначенні), але і процеси, невід'ємною частиною яких є моніторинг подій ІБ, рано чи пізно з'явиться необхідність централізованого спостереження і аналізу журналів подій, які у величезній кількості можуть генеруватися перерахованими системами.

Однією з найбільш продуманих підсистем журналювання служить міжмережевий екран Cisco ASA. З одного боку, його журнали подій – звичайний текст, який легко може передаватися по протоколу syslog. З іншого боку – кожен рядок містить унікальний ідентифікатор типу події. З цього ідентифікатора легко можна знайти докладний опис події в документації, включаючи те, які елементи в повідомленні можуть змінюватися і які значення вони можуть приймати.

Системи виявлення вторгнень з відкритим програмним кодом – практично повна протилежність. Snort NIDS має чотири різні формати журналів подій. Один з них, unified2, – бінарний. Для його обробки потрібно стороння утиліта barnyard2. Проте цей формат, на відміну від інших, може містити розшифровані заголовки протоколів прикладного рівня. Три інших формати – текстові, два багаторядкових і один однорядковий. Рівень інформативності текстових форматів зі зрозумілих причин різниться – це як тільки опис підпису та адреса сокетів, так і розшифровки заголовків протоколів транспортного рівня.

OSSEC NIDS має меншу кількість форматів журналів подій, всього два – однорядковий і багаторядковий. Зате кілька способів передачі: запис в файл, відправку по протоколу syslog, відправку на ZeroMQ-сервер. Сам формат і зміст журналів подій в великій мірі залежить від того, як налаштований OSSEC і які модулі в нього активовані. Заголовок у всіх повідомлень OSSEC однаковий, але якщо використовується модуль контролю цілісності syscheck, то після заголовка, в залежності від налаштувань модуля, будуть присутні контрольні суми зміненого файлу та його зміни. Але якщо це ж повідомлення відправляється по протоколу syslog, то змін він містити не буде. Якщо повідомлення сформовано модулем аналізу логів log analysis, то буде приведено оригінальне повідомлення системного журналу, яке викликало спрацьовування. І таких варіацій досить багато.

При такому розмаїтті форматів і способів зберігання аналіз журналів повідомлень всіх цих систем може стати досить трудомістким процесом. Звичайно ж, для спрощення подібних завдань вже існує спеціальний клас ПЗ – SIEM. І якщо хороших систем виявлення вторгнень з відкритим програмним кодом вистачає, то ось SIEM з відкритим програмним кодом практично немає. Існує досить багато рішень для конкретної IDS. Наприклад, Snorby для Snort або Analogi для OSSEC. Але можливості додати в ці системи якісь додаткові джерела подій не передбачено. Є системи, які володіють і більш широкими можливостями, але, скоріше, це лише безкоштовні пробні версії комерційних рішень.

Ці системи мають дві основні цілі:

- надавати звіти про інциденти та події, пов'язані з безпекою, таких як успішні і невдалі спроби авторизації користувачів, активність шкідливого ПЗ і інші можливі шкідливі дії;

- надсилати попередження, якщо аналіз показує, що дія виконується проти встановлених наборів правил і, таким чином, вказує на потенційну проблему для безпеки організації.

## **Дослідження та розробка засобів біометричної ідентифікації та автентифікації користувачів за допомогою відбитку пальця**

Коваль Т. Ю., Остапець Д. О., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

У зв'язку з розвитком інформаційних технологій все гостріше постає проблема захисту інформації від несанкціонованого доступу. Вирішення проблеми можна досягти за допомогою ідентифікації та автентифікації користувачів. Ці процедури є основоположними у будь-якій системі захисту від НСД, бо кожен користувач повинен бути однозначно визначеним і має бути гарантована відповідність користувачів з їх ідентифікаторами.

Виявлення біологічних характеристик особи за допомогою технічних пристроїв та перевірка їх відповідності заздалегідь сформованим особистим шаблонам є актуальним способом автентифікації на сьогодні. Біометричні системи, на відміну від інших методів, мають більш складну реалізацію, проте для користувача цей метод вважається найпростішим, так як не потрібно нічого з собою носити та запам'ятовувати паролі.

В роботі було проаналізовано відомі біометричні методи і технології та обрано один зі статичних методів – автентифікація за відбитком пальця. Даний метод має ряд переваг, такі як: відносно висока точність спрацьовування, невисока вартість скануючого модуля, багатоцільове використання, достатньо висока швидкість зчитування та розпізнавання. Серед недоліків варто зазначити високий ступінь відмови у разі пошкодження папілярного візерунка відбитку пальців, складність розпізнавання при наявності на пальці вологи або бруду.

Також було проаналізовано класи алгоритмів порівняння відбитків пальців та обрано алгоритм порівняння за особливими точками. Даний алгоритм має просту реалізацію та швидкий в роботі, але потребує якісних зображень папілярного узору. Основними етапами даного алгоритму є наступні:

- бінаризація зображення – приведення зображення до чорно-білого вигляду;
- скелетизація зображення – потоншення ліній бінарного зображення до ширини 1 піксель для подальшого виділення кінцевих точок і точок галуження;
- виділення мінуцій – якщо в області із 8 точок є тільки одна чорна – це кінцева точка, якщо їх три – точка галуження;
- зіставлення мінуцій – пошук точки, яка потрапляє в область 30x30 пікселів і являється точкою того ж типу.

У виконавчому комітеті Національної академії наук України розроблені та підготовлені для введення в дію стандарти з біометричної ідентифікації особи, в яких регламентовані наступні вимоги до відбитку пальця: образ повинен бути напівтоновим з 256 рівнями яскравості, максимальний кут повороту відбитка від вертикалі не більше 15 градусів, основні типи мінуцій: закінчення і роздвоєння. Серед діючих стандартів варто виокремити стандарт ДСТУ ISO/IEC 19794-3:2017 «Формати обміну біометричними даними. Частина 3. Спектральні дані шаблону відбитку пальця» та ДСТУ ISO/IEC 19794-8:2017 «Формати обміну біометричними даними. Частина 8. Скелетні дані шаблону відбитку пальця», вимоги яких відповідають міжнародним стандартам ANSI/ISO.

Розроблюваний програмний комплекс – це спеціалізоване програмне забезпечення, що призначене для демонстрації процесу обробки зображення відбитків, знаходження особливих точок і формування еталонного зразка; покрокового виконання процесу автентифікації за відбитком пальця, що дозволяє вивчити процес порівняння відбитків. База даних відбитків користувачів представлена у вигляді текстового документу, який містить координати особливих точок та зображення відбитку у форматі \*.bmp.

Даний програмний комплекс може бути використаний в навчальному процесі для ознайомлення студентів спеціальності 125 «Кібербезпека» з біометричною ідентифікацією та автентифікацією за допомогою відбитку пальця.

## Методи, моделі та інформаційні технології використання процедури для автоматичного тестування сайтів

Литовченко Т. О., Лахно В. А., Національний університет біоресурсів та природокористування України

**Мета роботи.** Мета роботи полягає у розробці моделі для автоматичного тестування сайту компанії по розробці сайтів, та розробки системи захисту інформації сайту за полісом GDPR.

**Матеріали та методи.** Дослідження по розробці моделі проводиться у лабораторних умовах. Інформація надається безпосередньо фахівцями навчального закладу з інформаційних технологій. Модель реалізовується на мові Java на порталі «Автоматизація системи прийняття рішень».

**Вклад основного матеріалу.** Підвищення якості програмного забезпечення є актуальним завданням при розробці технічних систем. Для її вирішення створено безліч методів та інструментів, застосування яких стало можливим завдяки постійно зростаючій потужності обчислювальних засобів. Сьогодні висока якість програмного забезпечення сприймається як обов'язковий компонент в сфері інформаційних технологій. Дуже важливо залучити кошти і методи контролю якості в процес планування і реалізації проектів з самого початку.

Основним аспектом, який доводить необхідність застосування тестування спільно з процесом розробки програмного забезпечення (ПЗ), є мінімізація витрат як для розробника, так і для споживача продукту. Такого роду витрати пов'язані з порушенням процесу розробки і застосування програмного продукту, викликаного необхідністю усунення знайдених в програмі помилок або дефектів. Дефекти, виявлені і усунені на ранній стадії розробки, обходяться розробнику і клієнтові набагато дешевше, ніж такі ж, але розкрилися вже в період комерційного використання програмного продукту. Більш того, тестування дозволяє вести аналітичний збір інформації про вже завершені в процесі розробки дефекти. Своєчасне забезпечення такою інформацією розробників і керівників проектів істотно знижує ризик повторення дефектів, що в кінцевому результаті позитивно позначається на якості програмного продукту.

Стратегія тестування за методом «чорного ящика» довгий час залишалася основним способом тестування. Це один із головних методів тестування в якому подаються деякі дані на вхід і перевіряються результати, в надії знайти невідповідності. Важливо відзначити, що при такому підході обов'язково необхідно мати специфікацію програми для того, щоб було з чим порівнювати отримані в результаті тестування результати.

Під час досліджень були частково розглянуті основні стратегії, що застосовуються при тестуванні програмного забезпечення та сайтів. Встановлено, що вичерпне тестування неможливо в наслідок великого поєднання різних вхідних даних. Щоб отримати найвищу якість і виявити максимальну кількість помилок, тестування необхідно проводити, спираючись на існуючі методи. Для забезпечення високого рівня якості програмного забезпечення доцільно застосовувати комплексні підходи до тестування.



## Інвестування у кібербезпеку з використанням систем підтримки прийняття рішень (СППР)

Плиска Л. Д., Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна

Сьогодні найціннішим активом будь-якої організації є інформація, і в основі всіх бізнес-процесів лежать інформаційно-комунікаційні технології. У цих умовах грамотно побудований захист даних компанії - одна з ключових умов забезпечення її конкурентоспроможності та розвитку. Недостатня захищеність інформації може привести до значних наслідків для бізнесу, аж до повної його зупинки. Складність сучасних кібер-атак сприяють новим дослідженням у сфері захисту інформації. Інноваційні проекти з інвестування у кібербезпеку, часто характеризуються високим ступенем невизначеності та ризику. Таким чином все більше застосовують, так звані, «розумні» системи аналізу даних (СППР) задля підвищення ефективності та оптимізації процесів оцінки інвестиційних проектів. Тому є актуальним завдання - розробити нові економіко-математичні моделі для СППР, які зможуть виконати адекватний опис реальних економічних процесів, що пов'язані зі збільшенням конкурентоспроможності різних компаній, корпорацій та держави.

В умовах нестабільної ринкової ситуації процес інвестування капіталу вимагає великої роботи аналітиків і експертів, починаючи від збору та обробки інформації, і закінчуючи чітко розробленою стратегією інвестування відповідно до поставлених цілей і завдань.

Питання ефективності фінансових інвестицій та контролю над цим процесом є одним із найважливіших у фінансовій сфері. Проте, дослідження дуже часто носять суто економічний характер і не беруть до уваги тенденції, що стосуються впровадження інформаційних технологій у процедури контролю та прийняття рішень для інвестиційних проектів. Недоліком зазначених досліджень є відсутність слушних рекомендацій щодо формування стратегій взаємних фінансових інвестицій. Цей факт пояснює необхідність створення нових моделей СППР, які дадуть змогу знаходити оптимальні стратегії взаємних фінансових інвестицій.

СППР - це програма, яка шляхом збору та аналізу великої кількості інформації забезпечує процес прийняття рішень з урахуванням специфіки проблеми в бізнесі та підприємстві. Таким чином, можна визначити, що СППР можуть виконати наступне:

1. Здійснити вибір критеріїв і оцінити їх відносну важливість.
2. Згенерувати можливі рішення (сценарії дій).
3. Здійснити оцінку сценаріїв (дій, рішень) та обрати оптимальний.
4. Забезпечити постійний обмін інформацією про рішення, що приймаються і допомогти погодити групові рішення.
5. Змодельовати прийняті рішення (у тих випадках, коли це можливо).
6. Здійснити динамічний комп'ютерний аналіз можливих наслідків прийнятих рішень.
7. Провести збір даних по результатам реалізації прийнятих рішень та здійснити оцінку отриманих результатів.

Процес оцінки інвестиційних проектів для об'єктів інформатизації полягатиме в знаходженні прихованих закономірностей між проявом цільової функції та структурою підприємства. В результаті, буде сформовано набір властивостей, на підставі яких згодом здійсниться генерація гіпотез про інвестиційну привабливість аналізованих об'єктів інформатизації.

СППР, що розглядається, може бути інтегрована в систему стратегічного управління компанії, що займається інвестиційною діяльністю. Впровадження такої системи дозволить приймати зважені інвестиційні рішення, що в свою чергу підвищить ефективність управління об'єктом інформатизації.

## Методи та інформаційні технології кластерного аналізу надзвичайних ситуацій в смарт-сіті

Порохня І. М., Лахно В. А., Національний університет біоресурсів і природокористування, Україна

В останнє десятиліття кількість небезпечних природних явищ та техногенних катастроф на території України щорічно зростає, при цьому кількість надзвичайних ситуацій (НС) і загиблих в них людей на протязі останніх років неухильно знижується. Це говорить про високу ефективність попереджувальних заходів і заходів з ліквідації НС. Однак природні і техногенні ризики НС, що виникають в процесі глобальної зміни клімату, господарської діяльності або в результаті крупних техногенних аварій і катастроф, несуть значну загрозу для населення і об'єктів економіки країни. У зв'язку з цим виявлення взаємозв'язків між різними показниками техногенних НС, їх періодичності, об'єднання даних в кластери за загальним показником є актуальними задачами.

Як відомо з математичної статистики, в загальному випадку, взаємозв'язок двох випадкових величин описується коефіцієнтом кореляції між ними. Якщо досліджувана випадкова величина залежить від інших випадкових величин, розподілених за нормальним законом, то характеристикою взаємозв'язків є коефіцієнт кореляції. Статистичні висновки, як і будь-які інші, завжди мають деяку певну надійність, достовірність. Але достовірність статистичних висновків відома і визначається в ході статистичного дослідження. Крім того, використання статистичних даних для отримання нових закономірностей, а також результатів, неочевидних без дослідження, є єдино можливим методом дослідження (сюди відносяться і надзвичайні ситуації). Якщо розподіл вихідних даних невідомо, то треба або його встановити, або використовувати кілька різних методів для порівняння результатів. Одним з найбільш поширених методів дослідження є вивчення тимчасових (динамічних) рядів. Як відомо, якщо експериментальні дані представляють собою серію спостережень однієї і тієї ж випадкової величини в послідовні моменти часу, то такий динамічний ряд називається тимчасовим.

Проаналізовано тимчасові ряди кількості пожеж та кількості вибухів за останні 5 років. Основним етапом в аналізі часового ряду є перевірка наявності тенденції розвитку динамічного ряду. При аналізі динаміки НС використовувалися методи теорії ймовірностей і статистичні критерії. При перевірці незалежності (відсутність автокореляції) в даних часового ряду зазвичай використовується статистичний критерій Дарбіна-Уотсона. Були проаналізовані дані трьох останніх рядків табл. і обчислений значення критерію Дарбіна-Уотсона.

При аналізі часових рядів кількості НС, постраждалих і загиблих в них з 2009 по 2013 р, як і в разі використання критерію Дарбіна-Уотсона, не виявлено статистично значущих тенденцій (за критерієм Фішера) в кількості НС в залежності від року спостережень, що говорить про відсутність тенденції в динаміці. Різниця в значеннях функції бажаності дозволяє зробити висновок, що спостерігається статистично значиме відмінність в кількості НС у 2009 році порівняно з більш пізніми роками. Що ж стосується динаміки числа постраждалих і числа загиблих в НС, явно простежуються статистично значущі тенденції в динаміці.

## Дослідження та розробка засобів демонстрації стеганографічного захисту інформації

Сичов О. А., Остапець Д. О., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Проблема захисту інформації (ЗІ) від несанкціонованого доступу існувала в усі часи протягом існування людства. Для її вирішення уже в Древньому світі виділилося два основних шляхи, що існують і до сьогодні – криптографія і стеганографія.

На відміну від криптографії, яка приховує зміст секретного повідомлення, стеганографія приховує саме його існування. Тайнопис зазвичай використовується спільно з методами криптографії, таким чином, доповнюючи її.

Існують основні напрямки стеганографії: класична, цифрова, лінгвістична та квантова стеганографія.

В роботі проаналізовано всі вказані напрямки та для подальшої реалізації обрано напрямки цифрової стеганографії, а саме метод заміни найменш значущого біта (НЗБ).

Метод полягає в заміні останніх значущих бітів в контейнері на біти прихованого повідомлення.

Методи цифрової стеганографії застосовуються у напрямках:

- маскуванню даних в нерухомих зображеннях;
- маскуванню даних в аудіо сигналах;
- маскуванню даних в медіа файлах.

Зробивши аналіз методів цифрової стеганографії, до переваг методу заміни найменш значущого біта (НЗБ) можна віднести:

- Простоту реалізації методу
- Високу стійкість до атак
- Наглядну незмінність між файлами-контейнерами (модифікованим та первинним)
- Доступність та наявність програмного забезпечення для перевірки цього методу

Розроблювані засоби являють собою комплекс спеціалізованого програмного забезпечення, що реалізує стеганосистему, яка виконує маскуванню таємної інформації в нерухомому зображенні.

Найлегше цей метод застосовувати для файлів з розширенням bmp, тому що файли такого типу не використовують стиснення.

В якості базового контейнера розроблюваної системи прийняте рішення використовувати зображення з глибиною кольору 24 біти.

В робочому вікні програми представлена область в яку треба спочатку завантажити вхідний контейнер, зміст якого можна побачити в вигляді hex/bin. Також в робочій області показані зображення, що відповідають порожньому та заповненому контейнерам.

Текст вбудованого повідомлення представлений в вигляді двійкового коду.

Текст повідомлення, що маскується в зображення, завантажується з текстового файлу.

Після вбудовування повідомлення в контейнер зміст контейнеру також відображається в робочій області в вигляді hex/bin.

Якщо користувач наводить курсор на будь-який біт двійкового коду повідомлення, програма показує відповідні області порожнього та заповненого контейнеру та відмінності в них.

Даний комплекс може бути використаний як для звичайного користування, так і в навчальному процесі для ознайомлення студентів спеціальності 125 «Кібербезпека» з методами стеганографічного захисту інформації.

## Дослідження та розробка засобів демонстрації роботи протоколу NTLM

Снігур А. Р., Остапеч Д. О., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Останнім часом дуже гостро підіймається питання забезпечення захисту інформації в комп'ютерних системах (КС). Через те, що з кожним роком комп'ютерні технології використовуються все частіше, увага до даного питання зростає дуже стрімко. Внаслідок цього, дуже швидко розробляються методи, направлені на захист конфіденційності та цілісності інформації.

Автентифікація - частина процедури, яка бере участь у наданні доступу користувачу для роботи в інформаційній системі (ІС). Автентифікація дозволяє підтвердити достовірність користувача в ІС.

Виділяють три основні способи автентифікації:

- парольна автентифікація;
- біометрична автентифікація;
- автентифікація за допомогою унікального предмету.

Найпоширенішим способом автентифікації є парольна автентифікація.

Парольна автентифікація характеризується простотою та звичністю. Аби користувач мав змогу отримати доступ до ІС, йому необхідно володіти паролем. Передусім пароль - спеціальний набір символів, відомий тільки користувачеві.

Для забезпечення автентифікації особи використовуються різноманітні криптографічні протоколи. Автором був проведений аналіз даних протоколів і був обраний протокол NTLM.

NTLM (NT LAN Manager) - протокол мережевої автентифікації, розробником якого є компанія Microsoft. Протокол розроблювався для операційних систем Windows NT. Особливістю протоколу є використання послідовності "виклик-відповідь" та необхідності в передачі трьох повідомлень між сервером та клієнтом.

Протокол NTLM використовується в наступних випадках:

- Для автентифікації клієнт використовує ІР адресу.
- Домен Active Directory не існує.

Використання протоколу Kerberos неможливе через блокування мережевим фільтром.

Розроблений комплекс – спеціалізоване програмне забезпечення (ПЗ), що має демонстраційний характер.

ПЗ складається з двох додатків - "Клієнт" та "Сервер".

Для правильної роботи ПЗ необхідно спочатку запустити "Сервер", а потім "Клієнт". "Сервер" передбачає два режими роботи - режим реєстрації користувача та демонстраційний режим. "Сервер" має тільки демонстраційний режим.

Демонстраційний режим дозволяє наочно та покроково пройти всі етапи автентифікації за допомогою протоколу NTLM. "Клієнт" та "Сервер" мають по одній додатковій формі призначеній для формування "відповіді NTLM", яка використовується при автентифікації.

Оскільки розроблений комплекс має демонстраційний характер – було прийнято рішення, що дані будуть зберігатися у текстовому файлі, розміщеному у каталозі програмного комплексу для зручності його перегляду.

Для розробки використовувалося середовище Delphi 7 у зв'язку з наявністю всіх необхідних засобів для проектування та зручності інтерфейсу.

Даний програмний комплекс може бути використаний в навчальному процесі з метою ознайомлення студентів спеціальності «Кібербезпека» з принципом роботи протоколу NTLM, демонстрації призначення протоколу, його можливостей, функцій.

## **Дослідження та розробка засобів демонстрації роботи протоколу Kerberos**

Ткаченко О. О., Остапеч Д. О., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

Зараз інформаційні системи (ІС) різних масштабів стали невід'ємною частиною бізнесу, громадського суспільства та базової інфраструктури держави. Сучасні інформаційні технології не тільки забезпечують нові можливості організації бізнесу, ведення державної та громадської діяльності, але і створюють значні потреби в забезпеченні безпеки для захисту інформації.

Основними процедурами реєстрації користувачів в ІС є процедури ідентифікації та автентифікації. Процедура ідентифікації дає відповідь на питання «Хто Ви?», а процедура автентифікації - докази того, що «Ви саме той, ким представляєтеся». Несанкціоноване отримання зловмисником доступу до ІС пов'язано, в першу чергу, з порушенням процедури автентифікації.

На даний час найбільш поширеними є такі системи автентифікації: парольна автентифікація, автентифікація за допомогою унікального предмета та біометрична автентифікація.

Парольна автентифікація заснована на тому, що для підтвердження своєї особи, користувач повинен ввести деякий спеціальний пароль – набір символів, який є для нього унікальним і відомий тільки йому. Цей метод автентифікації є найбільш поширеним, перш за все, завдяки своїй простоті використання. Він використовується у багатьох мережевих протоколах автентифікації таких як Radius, Kerberos, TACACS та багато інших.

Автором було проаналізовано ці протоколи та обрано Kerberosу зв'язку з його розповсюдженістю.

Kerberos – мережевий протокол автентифікації, який пропонує механізм взаємної автентифікації клієнта і сервера перед встановленням зв'язку між ними, причому в протоколі врахований той факт, що початковий обмін інформацією між клієнтом і сервером відбувається у незахищеному середовищі, а передані пакети можуть бути перехоплені і модифіковані. Призначення протоколу Kerberos - забезпечити ідентифікацію користувача при кожному виклику відповідного сервісу та ідентифікацію серверів для клієнтів у системі з розподіленою архітектурою, що включає виділені робочі станції користувачів (клієнти) і розподілені або централізовані сервери.

Автором було проаналізовано усі версії протоколу Kerberos, але для демонстрації обрано четверту версію у зв'язку з її популярністю.

Розроблений комплекс – це спеціалізоване ПЗ, що має демонстраційний характер.

За допомогою головного меню в головному вікні студент має змогу перейти до розділу вивчення теоретичних відомостей або демонстрації роботи протоколу.

За допомогою першого студент може вивчити інформацію про протокол Kerberos.

За допомогою другого – виконати основні етапи протоколу. Для цього студент має зареєструватися в системі.

Оскільки розроблений комплекс має демонстраційний характер – було прийнято рішення, що дані зареєстрованих користувачів зберігаються в текстовому файлі, який знаходиться в каталозі програмного комплексу для зручності його перегляду у будь який момент часу.

ПЗ розроблено у середовищі розробки Delphi 7 у зв'язку з наявністю всіх необхідних засобів для проектування та зручності інтерфейсу.

Розроблені засоби можуть бути використані в навчальному процесі при проведенні практичних або лабораторних робіт студентам спеціальності «Кібербезпека» з відповідних розділів.

## **Розробка курсу лабораторних робіт на тему «Використання інтелектуальних засобів у системах захисту інформації»**

Цикало І. Д., Жуковицький І. В., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, Україна

Ефективність функціонування сучасних інформаційних систем в значній мірі пов'язана з проблемою захисту оброблюваної в них інформації. Аналіз існуючих систем захисту інформації показує, що їх можливості не дозволяють забезпечити безпеку інформаційної системи на достатньому рівні. Існуючі системи виявлення атак використовують найпростіші алгоритми обробки інформації, що надходить, що не дозволяє виявити значну кількість атак на інформаційні системи.

За результатами аналізу матеріалів, присвячених використанню інтелектуальних засобів у системах захисту інформації вказує на те, що найбільш перспективною галуззю на зараз являються засоби використання методів машинного навчання, яке підрозділяється на три категорії: контрольоване навчання, неконтрольоване навчання та навчання з підсиленням.

В роботі було проаналізовано два методи машинного навчання з вчителем, а саме: модель логістичної регресії та штучні нейронні мережі. Ефективність даних методів було перевірено на наборі даних DARPA IDS 1999, який нараховує більше 5 мільйонів мережевих запитів, кожен з яких представлений у виді вектору характеристик, що включає у себе не тільки мережеві характеристики пакету (тип протоколу, сервіс, кількість байтів, наявність тих чи інших флагів пакету і т.п.), але й характеристики вмісту пакетів з урахуванням знань галузі (кількість невдалих спроб аутентифікації, кількість доступів типу "root", кількість операцій створення нового файлу, кількість операцій над файлами контролю доступу і т.п.) та характеристики впродовж останніх 2 секунд (кількість з'єднань до поточного хосту за останні 2 секунди; доля з'єднань, що мають помилки "SYN" і т.п.). Для експерименту був побудований програмний комплекс на мові Python, з використанням бібліотеки TensorFlow.

На основі побудованих експериментів було розроблено курс лабораторних робіт, що включає у себе: "Лабораторна робота №1. Використання моделі логістичної регресії у захисті інформації", "Лабораторна робота №2. Використання штучних нейронних мереж у захисті інформації". Кожна лабораторна робота складається з теоретичної та практичної частин. У теоретичній частині наводяться математичне обґрунтування моделі, алгоритми, приклади. У практичній частині вказано як користуватися необхідними інструментами, наведені індивідуальні завдання для студентів за варіантами.

Даний програмний комплекс може бути використаний в навчальному процесі для ознайомлення студентів спеціальності 125 «Кібербезпека» з інтелектуальними засобами у системах захисту інформації.

## Дослідження та розробка системи автентифікації з використанням апаратних генераторів одноразових паролів

Чумаченко В. Р., Остапець Д. О., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна

В останній час однією з найбільш серйозних проблем в області інформаційної безпеки є несанкціонований доступ до комп'ютерних систем. Алгоритми автентифікації, засновані на багаторазових паролях, є ненадійними. Паролі можна підглянути, розгадати або просто вкрасти. Більш надійними виявляються схеми з одноразовими паролями. До того ж, одноразові паролі набагато дешевше і простіше багатьох інших методів автентифікації. Все це робить системи, засновані на одноразових паролях, дуже перспективними.

Одноразовий пароль (one time password, OTP) - це пароль, дійсний тільки для однієї процедури входу в систему. Це дозволяє запобігти багатьом недолікам, які пов'язані з традиційними (статичними) паролями. Найголовніше, що, на відміну від статичних паролів, вони не піддаються імітаційним атакам. Тобто, якщо злочинцю вдається зберегти пароль для входу в систему, він не зможе використовувати його в майбутньому, тому що перехоплений пароль більше не діє. Алгоритми створення OTP в більшості випадків засновані на використанні випадкових чисел. Даний підхід є обов'язковим, оскільки в подальшому було б легко спрогнозувати наступні паролі на основі попередніх.

У роботі було здійснено огляд відомих аналогів генераторів OTP та прийнято рішення розробки апаратного генератора OTP, принцип роботи якого заснований на отриманні одноразового паролю шляхом шифрування певного базового секрету і показань внутрішнього годинника.

Система автентифікації складається з двох частин: токену користувача та серверної частини.

Токен, яким володіє користувач, являє собою апаратний генератор OTP, таким чином об'єднано майновий та парольний способи автентифікації.

Пристрій створений на базі апаратної обчислювальної платформи Arduino Uno. Вибір Arduino зумовлений тим, що це зручна відкрита платформа для реалізації власних проєктів. Arduino Uno використовує мікроконтролер ATmega328, та має 1024 байт енергонезалежної пам'яті (EEPROM) де зберігається програмний код для генерації OTP. Для захисту програми від зчитування при прошивці завантажувача Arduino Uno Lock біти встановлюються в '0', що унеможлиблює доступ до EEPROM. При спробі змінити Lock біти на '1', всі дані з EEPROM знищуються.

Сутність програми токену полягає у шифруванні показань модуля з годинником реального часу та певного базового секрету за алгоритмом AES в режимі CBC (Ciphertext Block Chaining) з довжиною ключа 128 біт. Згенерований пароль являє собою послідовність з 16 цифр, які виводяться на LCD дисплей. Отриманий OTP користувач має ввести в додатку разом із своїм логіном, для доступу до захищеної інформації. Програмне забезпечення пристрою створюється на спрощеній мові C++ в середовищі розробки Arduino з можливістю підключення бібліотек для шифрування, виводу на дисплей та роботі з годинником реального часу.

Серверна частина являє собою API у вигляді набору бібліотек і виконує функції верифікатора OTP, що вводиться користувачем. Також на серверній частині мають зберігатися базові секрети та початкові налаштування внутрішніх годинників всіх токенів.

Розроблений генератор повністю автономний, тому даний пристрій можна використовувати в багатьох сферах. Також система може бути використана у навчальному процесі при вивченні відповідних дисциплін студентами спеціальності 125 «Кібербезпека».

## Выбор хеш-функции для применения в технологии Блокчейн

Кравчук П. В., Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина

Технология Блокчейн в современном мире находит все больше применения и распространяется по всему миру. Важнейшим аспектом этой технологии является её безопасность. Находятся все новые уязвимости, которые наносят существенный вред подобным системам, и требуют регулирования на государственном уровне. Блокчейн системы, в свою очередь, строятся на таких криптографических методах защиты как функция хеширования и электронно-цифровая подпись. Подробнее рассмотрим существующие хеш-функции, как основу построения и безопасности блокчейн систем.

Описаны возможные атаки на системы, построенные с использованием блокчейн технологий. Среди наиболее перспективных атак стоит выделить атаку 51%, атака «отказ в обслуживании» и атака на взлом криптографических алгоритмов. Первые две атаки больше зависят от методики построения сети, то есть могут применяться далеко не всегда. Взлом криптоалгоритмов – это общая для всех Блокчейнов атака, поэтому ее стоит изучить более детально. Наиболее популярными хеш-функциями сейчас можно назвать SHA-2 и SHA-3. Они используются на данный момент в таких криптовалютах, как Bitcoin, Litecoin, Dogecoin др. Поскольку, никаких исследований в пользу применения данных функций хеширования в блокчейн системах не проводилось, то актуальным есть определение целесообразности использования этих алгоритмов по сравнению с другими актуальными функциями хеширования.

Проводиться сравнительный анализ таких функций хеширования, как ГОСТ 34.11-2012, SHA-2, SHA-3, Whirlpool и украинский стандарт – Курупа. Для сравнения будут использованы различные методы тестирования хеш-функций и их соответствие понятию «криптографическая хеш-функция». Хеш-функция для блокчейн систем выбирается исходя из:

1. Статистического тестирования хеш-функций. Оно позволит проверить выходную последовательность на соответствие всем требованиям псевдослучайной последовательности, что в свою очередь доказывает стойкость против большинства атак на поиск входных данных.

2. Тестирования скорости работы хеш-функций. Этот показатель определит возможности алгоритма в условиях необходимости хеширования большого объема данных.

3. Сравнение стойкости против классических атак и атак с помощью квантового компьютера. Среди самых актуальных атак стоит выделить поиск прообраза, поиск второго прообраза и поиск коллизии. Указанные хеш-функции на данный момент удовлетворяют требованиям стойкости против классических атак, но появление квантового компьютера способно изменить эту ситуацию. Атаки с использованием квантового компьютера пока фактически не реализованы, но математическая база для их совершения уже проработана. Теоретически, квантовый компьютер способен провести успешную атаку, но для этого потребуется количество кубитов в десятки раз большее, чем создано сейчас.

В рамках исследования современных хеш-функций будет предложено оптимальная функция хеширования для использования в технологиях блокчейн. На данный момент таковыми можно назвать SHA-2, SHA-3 и Курупа, которые удовлетворили всем выдвинутым требованиям при сравнительном анализе. В общем плане представлены требования к уровню безопасности в блокчейн технологиях, определены общие угрозы и способы защиты против них.



## **Исследование методов атаки и защиты в беспроводных сетях Wi-Fi**

Педенко И. А., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Украина.

Активное развитие технологий беспроводных сетей ставит актуальные задачи по обеспечению безопасной передачи данных посетителя. Для решения таких задач необходимы исследования существующих протоколов защиты и методов атаки.

Wi-Fi (wireless fidelity) – технология беспроводной локальной сети на основе стандартов IEEE 802.11. Стандартная схема работы Wi-Fi предполагает использование точки доступа и клиентов. Также возможно подключение в режиме точка-точка между клиентами без использования точки доступа.

В ходе исследования определено, что Wi-Fi сети обладают рядом серьезных уязвимостей и подвергаются многочисленным атакам. Принято решение разделить атаки на категории в зависимости от их целевой направленности. Предлагается определить следующие категории атак: нарушение функционирования сети, получение доступа к информации передаваемой в сети, искажение информации передаваемой в сети и комбинированный тип. В ходе исследования для каждой категории были проанализированы соответствующие методы защиты.

Методы защиты функционирования сети: введение ограничений на количество пропускаемых управляющих пакетов (ICMP, SYN) на точке доступа, фильтрация подключающихся клиентов с помощью листов контроля доступа (ACL). От глушения точки доступа на физическом уровне среды нет действенных методов защиты. При поддержке технологии CleanAir существует возможность локализации источника.

Методы защиты информации в сети: шифрование трафика между клиентами и точкой доступа (WEP/WPA/WPA2), использование политик паролей, политики захвата и блокировки аккаунта.

Более детальный анализ проведен для защитных протоколов WEP, WPA и WPA2.

WEP (Wired Equivalent Privacy) – семейство защитных протоколов применяемый в сетях Wi-Fi. Технология WEP, состоит из нескольких компонентов: потоковое шифрование по алгоритму RC4, контрольную сумму по алгоритму CRC-32.

Имеет множество уязвимостей. Существует готовый продукт «Aircrack-ng» реализующий множество атак и позволяющий пользователю произвести взлом. Протокол считается ненадежным и категорически не рекомендуется к использованию.

TKIP (Temporal Key Integrity Protocol) – переходное звено между WEP и WPA. Использует более устойчивые динамические ключи, проверка целостности осуществляется с помощью контрольной суммы созданной по алгоритму MAC.

WPA (Wi-Fi Protected Access) – представляет собой обновленный стандарт безопасности для беспроводных Wi-Fi сетей. Технология WPA, состоит из нескольких компонентов: стандарт IEEE 802.1x, протокол аутентификации EAP, протокол шифрования TKIP, криптографическая функция для проверки целостности MIC, протокол RADIUS. В упрощенном режиме (WPA-PSK) для аутентификации необходимо ввести один пароль для каждой отдельной точки доступа.

WPA2 – новый стандарт защиты сетей Wi-Fi. Шифрование TKIP заменено на протокол CCMP, реализующий шифрование AES и митовставку (MAC).

Взлом протоколов WPA и WPA2 возможен в упрощенном режиме PSK при помощи перебора по словарю. В корпоративном режиме возможен перехват хеш-функции пароля и попытка взлома, а также другие нестандартные методы атак. Протокол WPA считается надежными, однако рекомендуется использование протокола WPA2. В связи с обнаружением множества возможных атак планируется углубленное исследование защитных протоколов Wi-Fi и их уязвимостей.

## **Комплекс демонстрации стеганографической защиты информации и стеганоанализа**

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

Стеганография – это наука о сокрытии факта передачи информации. Одним из популярных разделов стеганографии является цифровая стеганография. Цифровая стеганография включает в себя методы по сокрытию информации в цифровых объектах, при этом изменяется содержимое объекта.

Для стеганографии используются, как правило, медиа-объекты (изображение, звук, видео) и, поскольку изменения объектов не существенны, то человек не способен различить встроенную в объект информацию.

Стеганографические методы различаются по способу реализации, объектам к которым они применяются и изменениям, которым подвергается объект. В работе рассмотрены такие методы стеганографии:

- Сокрытие информации в наименее значащих битах;
- Встраивание информации за счёт управляемого переквантования яркости;
- Встраивание информации в изображение с расширением спектра.

Был выбран метод сокрытия информации в наименее значащих битах, так как он достаточно популярен из-за лёгкости реализации.

Стеганоанализ – это наука о выявлении факта передачи сокрытой информации, она представляет собой алгоритмы по анализу объектов с сокрытой в них информацией.

Алгоритмы ставят перед собой одну из 3 целей:

- Доказать существования сокрытой информации;
- Выявить длину контейнера с сокрытой информацией;
- Определить смысл скрытой информации в сообщении.

Методы стеганоанализа можно разделить на визуальные и статистические. В ходе этой работы были рассмотрены представители обеих групп. Из рассмотренных алгоритмов был выбран алгоритм из статистической группы: анализ растровых изображений на основе критерия хи-квадрат.

Достоинством этого метода является использование именно критерия хи-квадрат, который находит своё применение и в других алгоритмах нахождения сокрытой информации.

В работе рассмотрены известные программные решения в данной предметной области, такие как StegoSuite, Stegdetect, bmpPacker 1.2a и F5 betaversion 12.

Функции стеганоанализа при помощи статистических методов определяют файлы, в которых содержится скрытая информация, и программы, с помощью которых эта информация могла быть записана.

Недостатком данных программ является невозможность демонстрации алгоритмов анализа и внедрения информации.

Разрабатываемое программное обеспечение предназначено для наглядной демонстрации работы алгоритма наименее значащих бит и работы алгоритма по выявлению скрытой информации на основе критерия хи-квадрат.

Данный комплекс даёт такие возможности как:

- Заполнение контейнеров в изображении со встроенной сокрытой информацией, которая вводится пользователем или находится в текстовом файле;
- Вывод статистических характеристик изображения;
- Пошаговая демонстрация работы алгоритмов по сокрытию информации и её выявлению.

Данный программный комплекс может использоваться в учебном процессе для обучения студентов специальности 125 «Кибербезопасность» методам стеганографии и стеганоанализа.