

присвячена Дню космонавтики

08 - 10 квітня 2020 р. Херсон Міністерство освіти і науки України Херсонський національний технічний університет

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова

Луцький національний технічний університет Вінницький національний технічний університет

Кременчуцький національний технічний університет ім. Михайла Остроградського

Сумський державний університет Херсонський державний аграрно-економічний університет

# Матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених з автоматичного управління

присвячена Дню космонавтики

Матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених з автоматичного управління присвяченої Дню космонавтики. Ред. Г.В. Рудакової та ін. Херсон: Видавництво ФОП Вишемирський В.С., 2020. 92 с.

#### ISBN 978-617-7783-63-2

Тези наукової конференції містять результати наступних досліджень: автоматизоване управління технологічними процесами; комп'ютеризовані системи та мережі перетворення та обробки інформації; інформаційно-аналітичні та інформаційно-керуючі системи; системи відображення інформації і комп'ютерні технології; новітні технології в енергетичних системах та в галузі енергозбереження; прогнозування та запобігання техногенних та екологічних катастроф; використання сучасних технологій для підвищення ефективності і безпеки в транспортній галузі (автомобільні, морські, залізничні та авіаперевезення); використання нових інформаційних технологій в медичній галузі.

Роботи друкуються в авторській редакції, в збірці максимально зменшено втручання в обсяг та структуру відібраних до друку матеріалів. Редакційна колегія не несе відповідальність за достовірність інформації, що надано в рукописах, та залишає за собою право не розподіляти поглядів деяких авторів на ті чи інші питання.

#### ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

#### ГОЛОВА:

Рудакова Г.В. – д.т.н., професор, ХНТУ (м. Херсон).

#### ЗАСТУПНИК ГОЛОВИ:

Марасанов В.В. – д.т.н., професор, ХНТУ (м. Херсон).

#### ЧЛЕНИ КОМІТЕТУ:

Бісікало О.В. – д.т.н., професор, ВНТУ (м. Вінниця);

Дмитрієв Д.О. – д.т.н, професор, ХНТУ (м. Херсон);

Кулик А.Я. – д.т.н., професор, ВНМУ ім. М.І. Пирогова (м. Вінниця);

Рожков С.О. – д.т.н., професор, ХДМА (м. Херсон);

Савіна Г.Г. – д.е.н., професор, ХНТУ (м. Херсон);

Сис В.Б. – д.т.н., професор, ХНТУ (м. Херсон);

Шарко О.В. – д.т.н., професор, ХДМА (м. Херсон);

Шушура О.М. – д.т.н., професор, НТУУ КПІ ім. І. Сікорського (м. Київ);

Баклан І.В. – к.т.н, доцент, НТУУ КПІ ім. І. Сікорського (м. Київ);

Бергер €.Е. – к.т.н., доцент, ХНТУ (м. Херсон);

Димов В.С. – к.т.н., доцент, ХНТУ (м. Херсон);

Довгалець С.М. – к.т.н., доцент, ВНТУ (м. Вінниця);

Єдинович М.Б. – к.т.н., доцент, ХНТУ (м. Херсон);

Конох І.С. – к.т.н., доцент, КрНТУ ім. М. Остроградського (м. Кременчук);

Лебеденко Ю.О. – к.т.н., доцент, ХНТУ (м. Херсон);

Поливода О.В. – к.т.н., доцент, ХНТУ (м. Херсон);

Поліщук В.М. – к.т.н., доцент, ХНТУ (м. Херсон);

Решетило О.М. – к.т.н, доцент, ЛНТУ (м. Луцьк);

Черв'яков В.Д. – к.т.н., доцент, СумДУ (м. Суми).

#### ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

#### ГОЛОВА:

Сарафаннікова Н.В. – к.т.н., доцент, ХНТУ (м. Херсон).

#### ЧЛЕНИ КОМІТЕТУ:

Димова Г.О. – к.т.н., доцент, ХДАЕУ (м. Херсон);

Горохов В.О. – к.т.н., доцент, ХНТУ (м. Херсон);

Грубник О.В – ст. викладач, ХНТУ (м. Херсон);

Рибакова М.Є. – ст. лаборант, ХНТУ (м. Херсон).

#### АДРЕСА ОРГКОМІТЕТУ

73008, Україна, м.Херсон, Бериславське шосе, 24, ХНТУ, 3 корп., кафедра автоматизації, робототехніки і мехатроніки, тел. (0552) 32-69-37, 32-69-57

#### **3MICT**

#### СЕКЦІЯ «АВТОМАТИЗОВАНЕ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ»

Байрак І.В., Рудакова Г.В.			
Проблеми дистанційного моніторинга іригаційного обладнання	7		
Белень О.М., Дмитрук А.В., Шушура О.М.			
Автоматизація управління навчальною діяльністю університету на базі			
ASP.NET Core 3.0 та Angular 9	9		
Бергер Є.Е., Резніченко В.М.			
Створення інформаційної моделі пристроїв	10		
Бєлоус О.Г, Луценко Т.О.			
Автоматизована система для контролю процесу вирощування рослинної продукції	12		
Бондаренко С.Г., Василькевич О.І., Селінський В.В.			
Визначення статичних режимів процесу отримання інгібітору корозії			
для заводського обладнання	14		
Бондаренко С.Г., Ткачова Т.П.			
Автоматизована система керування мікрокліматом в адміністративних			
приміщеннях підприємства	16		
Карпенко С.Л., Рудакова Г.В.			
Проблеми автоматизації насосного обладнання іригаційних систем			
при дистанційному керуванні	18		
Кондратьєва І.Ю., Рудакова Г.В.			
Методи обробки акустичних сигналів у системах функціональної діагностики			
електромеханічного обладнання	20		
Литвинчук Д.Г., Поливода О.В.			
Експериментальне дослідження процесу сушки зерна у сушильній шафі	22		
V 1			
	23		
СЕКЦІЯ «МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ»			
Димова Г.О., Сложинська В.О.			
Аналіз станів системи економічної динаміки проекційними методами	26		
Мосур І.В., Рудакова Г.В. Проблеми передачі інформаційних потоків в системі дистанційного моніторингу технологічних об'єктів сільськогосподарського призначення			
	28		
Марасанов В.В., Степанчиков Д.М., Шарко О.В., Шарко А.О.			
Алгоритм багатофакторної моделі інформаційної діагностики міцнісних			
властивостей матеріалів під навантаженням	30		
Мартиненко О.П., Шушура О.М.			
Оптимізація гіперпараметрів моделей машинного навчання	32		
Очеретяний О.К., Баклан Я.І., Баклан І.В.			
Математичні теорії моделювання гибридних мов програмування	33		
Радюк П.М.			
Стратегія пошуку оптимальної архітектури згорткової нейронної мережі	35		
Ревенко С.В., Тоуфак Е.Д., Лебеденко Ю.О.			
Оптимізація багатоприводних установок з використанням нечіткої логіки	37		
,	- ,		

#### СЕКЦІЯ «КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ ПЕРЕТВОРЕННЯ ТА ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ»

Ассева Л.А.	
Підходи до класифікації складових небезпеки при побудови систем управління	
інформаційною безпекою підприємств	41
Богданов І.С., Козел В.М.	
Поточний стан та перспективи розвитку серверів доменних імен	42
Димов В.С., Кандауров С.В.	
Система дистанційного контролю дальності до рухомих об'єктів, їх швидкості	
та координат	45
Киричук В.О., Сидорук М.В.	
Забезпечення інформаційної безпеки банківських систем	47
Очеретяний О.К., Каджая В.М., Баклан І.В.	
Переваги застосування гібридної мови програмування	49
СЕКЦІЯ «ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНІ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧІ	опідприємств
СИСТЕМИ»	
Баклан І.В., Шулькевич Т.В., Баклан Я.І.	
Пошук аномалій в часових рядах за допомогою лінгвістичного моделювання Вакаров М.М., Лебеденко Ю.О.	
Підходи до дистанційної діагностики обладнання комп'ютеризованих систем	54
Денисенко Б.Р., Пашко І.М.	
Розробка домашнього сигналізатору на базі саморобного графітового датчику	56
Лаговський В.В., Омельчук А.А., Гнатюк С.С.	
Портативні засоби для експрес-експертизи продукції за допомогою	~0
	58
Соболь М.О., Мешков О.Ю.	
	60
Ставінська І.В., Григорова А.А.	00
	62
інформаціині технології в тік-менеджменті	02
СЕКЦІЯ «СИСТЕМИ ВІДОБРАЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ І КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛО	)[II]
Димов В.С., Шумкова К.О.	
Використання голографічних методів для запису і зчитування інформації	65
Федорова М.С., Райко О.О., Райко Г.О.	
Системи інтеграціі даних	6/
СЕКЦІЯ «НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ ТА В ГАЛУЗІ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ»	
Воробйов В.С., Степанчиков Д.М.	
Моделювання як складова частина іноваційних проектів в енергетичній галузі	70
Клюєва О.О., Русанов С.А., Луняка К.В., Шатохіна І.А.	
Дослідження впливу теплоакумуляційного матеріалу на час підігріву	
охолоджуючої рідини перед пуском двигуна на експериментальній установці	72

<b>Ромадін А.С., Карпенко А.І.,</b> Лебеденко Ю.О. Дослідження гібридної енергетичної системи з електролізним генератором	74
СЕКЦІЯ «ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ЗАПОБІГАННЯ ТЕХНОГЕННИХ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ КАТАСТРОФ»	
<b>Дудяк І.К., Растьогін М.Ю, Далечина В.М.</b> Опріснення води електростатичним діалізатором	76
СЕКЦІЯ «ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ І БЕЗПЕКИ В ТРАНСПОРТНІЙ ГАЛУЗІ	I»
Андрієвський І.І., Пашко М.І.	
Проблематика побудови та безпеки космічних ліфтів	79
<b>Дмитрієв Д.О., Русанов С.А., Панасенко В.М., Рачинський В.В.</b> Моделювання процесів подолання перешкод різної геометрії шинами	
автотранспорту	81
Лазарєв О.В.	
Моделювання оцінки рівня надійності систем автоматики	83
Лазарєва Н.М.	
Застосування чисельних даних для проектування бази нечітких правил керування швидкістю скочування відчепів	84
Ходнєв М.Ю., Растьогін М.Ю.	0-1
Модернізація систем передпускового підігріву двигуна внутрішнього згоряння	85
СЕКЦІЯ «ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В МЕДИЧНІЙ ГАЛУЗІ»	
Резник Д.О., Пашко I.M.	
Розробка пристрою для розпізнавання азбуки жестів глухонімих	88
Чернозуб €.В., Пашко І.М.	
Роботизований помічник з дистанційним керуванням на основі біомеханічного	90
маніпулятору	90

### СЕКЦІЯ

# «АВТОМАТИЗОВАНЕ УПРАВЛІННЯ

ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ»

УДК 631.347:654.94

І.В. Байрак, Г.В. Рудакова

Херсонський національний технічний університет diamondskiy@gmail.com

#### ПРОБЛЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГА ІРИГАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ

На сьогодні в сільському господарстві України використовується застаріле обладнання, що потребує модернізації. Подібне устаткування має простір для автоматизації окремих частин управління та створення дистанційних систем на їх основі. Для автоматизації іригаційного обладнання можна виділити декілька задач, однією із яких є ідентифікація станів. При розгляді іригаційного обладнання як об'єкта управління слід визначити параметри, що підлягають моніторингу, параметри, що регулюються, виділити основні режими роботи і допустимі межі значень окремих показників.

У публікаціях за даною темою розглядаються перспективи технічної модернізації іригаційних систем з використанням статистичних даних та різні задачі для модернізації і підвищення ефективності роботи машин різного типу [1]. Крім того однією з проблем ідентифікації станів іригаційного обладнання є встановлення взаємозв'язків між параметрами. При пересуванні дощувальної машини (ДМУ) необхідно встановлювати залежність різних показників від переміщення машини [2]. Пересування машини також впливає на ґрунт у місцях проходження коліс, що в свою чергу може надати певні наслідки після багаторазового проходження по одній й тій самій траєкторії. Ціллю досліджень є розробка засобів та методів ідентифікації станів іригаційного обладнання та аналіз проблем, що виникають при ідентифікації.

Розглядувана дощувальна машина типу «Фрегат» (рис. 1) має круговий характер переміщення і представляє собою трубопровід з середньоструйними дощувальними апаратами, що розташовані на опорах візках і обертаються навколо нерухомої осі гідранта. Опори машини підтримують трубопровід у вертикальній і горизонтальній площинах за допомогою системи розтяжок. Двоколісні візки опор мають гідропривід, основу якого складають циліндр і поршень зі штоком. Вода з трубопроводу машини подається по черзі в різні половини циліндра і поршень здійснює коливальні рухи, які перетворюються в руху штовхача колеса [3, 4].



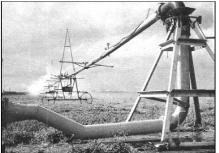


Рис. 1 – Дощувальна машина типу «Фрегат»

Для ідентифікації місця розташування об'єкта пропонується використовувати GPSдатчики в різних частинах трубопроводу. Основними місцями розташування датчиків є крайні точки трубопроводу, що дозволяє визначити переміщення машини. Так само додаткові датчики можуть бути розташовані між крайніми точками, для визначення положення сегментів трубопроводу і їх відхилення. При використанні датчиків такого типу виникають деякі проблеми. Однією з таких проблем є точність наданих координат, крім цього в потоці даних можуть виникнути неточні результати. Якщо першу проблему можна вирішити встановленням додаткових датчиків, то для вирішення другої проблеми доцільно застосування інтелектуальній системи для обробки великого потоку інформації, що надається датчиками. Розміщення датчиків подібним чином дозволяє визначити координати машини навіть при відхиленні. Маючи датчик на нерухомому гідранті при відхиленні показань даного датчика можна нівелювати і зміщення інших координат відносно нерухомої опори. При зміщенні початкової точки в будь-яку сторону можна вирахувати дійсне положення інших точок використовуючи векторну графіку (рис. 2).

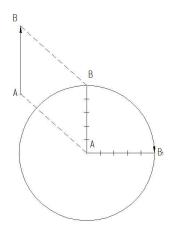


Рис. 2 – Схема руху та розташування датчиків на ДМУ «Фрегат»

Впровадження подібної системи дозволить аналізувати отримані результати, прогнозувати подальше переміщення трубопроводу, визначати критичні відхилення а також ігнорувати показання датчиків, які можуть не відповідати дійсності, а саме: завдяки тому, що траєкторія руху машини має круговий характер, то показники датчиків не можуть виходити за радіус, що визначається довжиною трубопроводу. Крім того, з переміщенням візків пов'язані і інші регульовані параметри, яки також можна передавати за допомогою технології GPS. При відстеженні переміщення машини можна визначити й швидкість її переміщення, яка безпосередньо пов'язана з подачею води в гідропривід, тому можна визначити і технологічні параметри, що пов'язані з цим процесом. До таких параметрів належать тиск в трубопроводі і витрата води на рух візків та полив. З огляду на те, що поливні норми встановлюються виходячи з інших параметрів, а тиск в трубопроводі безпосередньо пов'язаний зі швидкістю переміщення візків, то при обробці цих параметрів можна заздалегідь визначити місце розташування машини в будь-який момент часу і порівняти його з показниками датчиків. Подібні дії допоможуть виявляти будь-які відхилення від заданої норми і заздалегідь прогнозувати ситуації, що можуть привести до виходу з нормального режиму роботи.

Ідентифікація більшої кількості регульованих параметрів системи можлива за рахунок використання GPS-датчиків, що значно спрощує задачу ідентифікації станів через непрямий зв'язок різних показників з переміщенням машини і дає можливість створити на її базі систему дистанційного управління та моніторингу. При обробці даних з датчиків доцільним є використання інтелектуальних систем для обробки великої кількості інформації у реальному часі та прогнозування подальших показників.

- 1. Ольгаренко Г. Перспективы технической модернизации оросительных систем. *Агробизнес: экономика оборудование технологии.* 2011. №3. С. 61–64.
- 2. Соловьев Д. А., Журавлева Л. А. Влияние режима движения дождевальных машин на норму полива. *Вестник АПК Верхневолжья*. 2018. №1. С. 38–43.
- 3. Слюсаренко В. В., Хизов А. В., Русинов А. В. Машины и оборудование для орошения сельскохозяйственных культур. Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2011. 161 с.
- 4. Кузнецова Е. И., Закабунина Е. Н., Снипич Ю. Ф. Орошаемое земледелие. М.: ФГБОУ ВПО РГАЗУ, 2012. 117 с.

УДК 004.414.38

#### О.М. Белень, А.В. Дмитрук, О.М. Шушура

HТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» alexandrbelen@gmail.com

#### АВТОМАТИЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ НАВЧАЛЬНОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ УНІВЕРСИТЕТУ НА БАЗІ ASP.NET Core 3.0 TA ANGULAR 9

Інформаційні технології стали невід'ємною частиною сучасного життя. Вони назавжди змінили світ бізнесу, культури, освіти, виробництва. Використання інформаційних технологій дозволило суттєво збільшити ефективність навчального процесу. Водночас постала проблема необхідності обробки великої кількості інформації, а отже, створення таких систем, що будуть полегшувати управління навчальним процесом. Такий напрям, як інформатизація освіти, має місце в усіх без винятку національних програмах руху до інформаційного суспільства.

Навчальний процес у вищому навчальному закладі достатньо важкий, і його ефективна організація потребує значних зусиль. У сучасних університетах автоматизація відбувається у двох основних взаємопов'язаних напрямках.

Перший напрям — автоматизація освітнього процесу, використання сучасних інформаційних технологій для модернізації педагогічного процесу (дистанційне навчання, електронне та всепроникне навчання).

*Другий напрям* — автоматизація системи університетського менеджменту шляхом розробки інформаційних технологій для бізнес-процесів сучасного університету.

В даній роботі розглядається комплексний підхід, який враховує обидва вказані напрямки. Огляд існуючих інформаційних систем в цій галузі дозволив виділити наступні принципи їх побудови:

- використання даних із загального сховища даних (інтегрована БД) з розмежуванням прав доступу на рівні користувачів і окремих додатків (окремих показників);
- використання загальних довідників;
- обмін інформацією між підсистемами на основі єдиного інформаційного середовища.

Проектування інтегрованої інформаційної системи повинне розглядатися крізь призму основних функцій управління, основних напрямів діяльності університету та його внутрішньої структури, що формується залежно від виконуваних завдань. Система повинна справлятися із значним навантаженням, одночасно обробляти запити користувачів та мати зручний і інтуїтивно зрозумілий інтерфейс.

Для створення клієнтської частини порталу обрані такі технології як Angular 9—фреймовк на основі паттерна MVC, інтеграція з ASP.NET Core 3.0, запити та обробка даних.

Основою серверної частини  $\epsilon$  крос-платформна система ASP.NET Core 3.0. Вибір даних технологій зумовило те, що дана система  $\epsilon$  складною в проектуванні та підтримці, а даний фреймворк призначений саме для таких випадків.

Використання наведених сучасних технологій розробки інформаційних систем дозволяє врахувати всі суттєві вимоги до управління навчальним процесом та забезпечити надійність і зручність застосування програмного продукту.

- 1. Методологічні основи створення впровадження і розвитку інтегрованої інформаційної системи управління університетом. 2015 URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/47881/3/integrated\_management\_system\_ukr.pdf.
- 2. Бибо Б. jQuery. Подробное руководство по продвинутому JavaScript. М.: Символ-Плюс, 2011.
- 3. ASP.NET Core. URL: https://docs.microsoft.com/en-us/aspnet/?view=aspnetcore-3.1.

УДК 658.512.011.56

#### €.Е. Бергер, В.М. Резніченко

Херсонський національний технічний університет berger@email.ua

#### СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ПРИСТРОЇВ

Найбільш прогресивною формою організації даних при автоматизації проектування конструкцій пристосувань в даний час  $\epsilon$  база даних. Вона включа $\epsilon$  в себе опису даних, самі дані і програмні засоби маніпулювання ними, що забезпечують:

- відбір і витяг певної частини даних з подальшою видачею їх (при необхідності) на друкують або графічні пристрої;
- пошук і переміщення даних з бази в робочу область обробної програми;
- оновлення, яке полягає в зміні значень деяких частин бази даних без зміни їх структури;
- створення, яке може розглядатися як процес оновлення до порожнього файлу;
- обмін даними між зовнішньою і оперативною пам'яттю.

Сукупність зазначених програмних засобів утворює систему управління базою даних (СУБД) САПР пристосувань [1].

Об'єктом управління СУБД  $\epsilon$  як умовно-постійна, так і змінна інформація. Структура і зміст першої з них включає:

- бібліотеку конструктивних елементів (БЕК);
- бібліотеку типових зображень (БТЗ);
- каталог відомостей про обладнання (КВО);
- нормативно-довідкові масиви (НДМ);
- бібліотеку конструкцій аналогів (БКА);
- файл графічних моделей (ФГМ);
- масив відомостей про умови виробництва (ВУВ).

До змінної інформації відносяться:

- а) масиви канонічної моделі, що відбиває завдання на проектування, оброблювану деталь, відомості про оснащується операції та інші вхідні дані;
  - б) масиви інформаційної моделі конструкції пристосування;
- в) масиви інформаційного опису конструкторської документації (креслень, специфікації);
  - г) проміжні дані, які зберігаються в процесі проектування.

Для умовно-постійної і змінної інформації в базі даних САПР пристосувань організовуються два відповідних файлу. Кожен з файлів містить ряд статей, кожна з яких має ім'я і служить для подання певного класа інформації, що обробляється в САПР пристосувань [2]:

- стаття для загальних відомостей про оброблюваної деталі;
- стаття для подання відомостей про оброблюваних поверхнях деталі;
- стаття для занесення метричних даних про стандартних конструктивних елементах;
- стаття для подання відомостей про просторове розташування і параметрах конструктивних елементів різних груп складності та ін.

Для створення бази даних САПР конструкцій пристосувань за допомогою СУБД послідовно виконуються наступні дії: 1 – створюється вхідний файл, що відображає постійну інформацію системи; 2 – задаються параметри для операційної системи ПК, що розподіляють пам'ять; 3 – розподіляються місця на носії під файли; 4 – формуються дані для введення в базу даних; 5 – заповнюються файли даними.

Організація інформації у вигляді бази даних забезпечує централізоване їх зберігання, незалежність даних від програми, можливість використання однієї і тієї ж СУБД в різних САПР.

Слід зазначити, що база даних САПР пристосувань, крім програми СУБД, включає також програмні модулі побудови типових зображень і обчислення ряду метричних параметрів конструктивних елементів (конструювання КЕ).

Домовившись, що властивості KE можуть представлятися одним узагальнюючим параметром — кодом елемента E, для конструкції, що складається з  $\mathbf{n}$  елементів, можна записати

де рисою над Э позначений просторова впорядкованість елемента, а зірочкою - його метрична визначеність.

Просторове впорядкування конструктивного елементу повідомляє вектор  $\overline{\psi}$  його просторового положення,

$$\overline{\mathfrak{I}}_{i}^{*} = (\mathfrak{I}_{i}^{*}, \overline{\psi}_{i}). \tag{2}$$

Вектор  $\psi$  містить три лінійні (X, Y, Z) і три кутові ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) координати, які задані в певній прямокутній просторовій системі координат:

$$\overline{\psi} = (X_i, Y_i, Z_i, \alpha_i, \beta_i, \gamma_i). \tag{3}$$

Метрична визначеність конструктивного елементу виражається за допомогою вектора  $\overline{V}$  його розмірних характеристик:

$$\mathcal{G}_{i}^{*} = (\mathcal{G}_{i}, \overline{V}_{i}), \tag{4}$$

де  $\overline{V}$  =(V<sub>1</sub>,...V<sub>q</sub>); (V<sub>1</sub>,...V<sub>q</sub>) – розміри; q – число розмірів, що характеризують даний елемент. Якщо позначити сукупність відхилень координат вектора просторового положення конструктивного елементу через  $\Delta \overline{\psi}$ , а відповідну сукупність відхилень розмірів вектора  $\overline{V}$  через  $\Delta \overline{V}$  та провести відповідні підстановки, то

$$\overline{K} = \{ \mathcal{G}_i; X_i; Y_i; Z_i; \alpha_i; \beta_i; \gamma_i; \Delta \overline{\psi}_i; \overline{V}_i; \Delta \overline{V}_i \}_{i=1}^n . \tag{5}$$

Цей вислів  $\epsilon$  узагальнена інформаційна модель конструкцій пристосувань.

- 1. Ракович А.Г. Автоматизация проектирования приспособлений для металорежущихстанков. М.: Машиностроение, 1980. 136 с.
- 2. Методичні вказівки до проведення практичних занять по курсу: "Основи проектування пристроїв" з застосуванням активних методів навчання. Бергер €.Е., ХДТУ, Херсон. 2001. 37 с.

УДК 635.07

#### О.Г Белоус, Т.О Луценко

Херсонський фізико-технічний ліцей Херсонської міської ради olegguy24@gmail.com

## АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ДЛЯ КОНТРОЛЮ ПРОЦЕСУ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИННОЇ ПРОДУКЦІЇ

Продукція рослинного походження, що пропонується: може не підходити споживачу за ціною; якість вирощуваних рослинних продуктів з кожним роком стає все нижча; рівень вмісту корисних речовин фактично знижений.

Метою роботи  $\varepsilon$  довершена автоматизована система вирощування продукції рослинного походження в домашніх умовах за допомогою використання системи штучного інтелекту. Об'єктом дослідження являється автоматизована система вирощування еко-зелені. Предметом дослідження  $\varepsilon$  технологія вирощування рослин.

Завданням дослідження являється:

- розробка автоматизованої системи (фреш-станції) для вирощування їстівних рослин для щоденного споживання;
- розробка новітньої фреш-станції, що здатна фігурувати у використанні на рівні щоденно використаних електричних приладів.

Методами дослідження  $\epsilon$ :

- визначення головних чинників росту та розвитку рослин;
- аналіз існуючих зразків систем внутрішнього вирощування;
- проектування функціоналу;
- визначення формату керування;
- проведення тестування.

Практичне значення розробленої автоматизованої системи «AI Fresh Station» — це вирішення проблеми споживання якісної продукції, яка має змогу фігурувати цілий рік. Дана система може стати цікавою для фанатів систем внутрішнього вирощування, вегетаріанців, а також для магазинів свіжої продукції та ресторанів. «AI Fresh Station» — це модульна система, яка може збиратися за 5 хвилин. Більше того вона має функцію розширення, що дозволяє збільшувати масштаби вирощування. Максимальна конфігурація система — 32 лотки, які можуть встановлюватися на 1 м² та давати до 960 різних рослин на місяць. Також в неї вбудовано систему комп'ютерного зору, яка може визначати наявність захворювання кожної рослини та повідомляти про це користувача.



Рис. 1 – Зовнішній вигляд системи у роботі

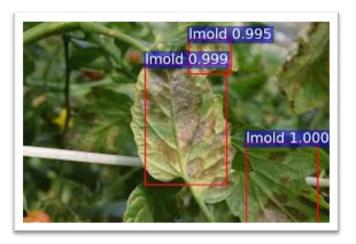


Рис. 2 – Приклад розпізнавання

Для керування системою "AI Fresh Station" було створено веб-додаток з можливістю моніторингу завершеності дозрівання рослин, а також з детальним переглядом параметрів кожної комірки. Інтерфейс складається з трьох "табів", де користувач може переглядати статус кожної комірки з рослиною, а також виконувати необхідні налаштування, а саме тип рослини та дату коли він хоче її отримати. Нижче представлений зовнішній вигляд "табів" (рис. 1-3).

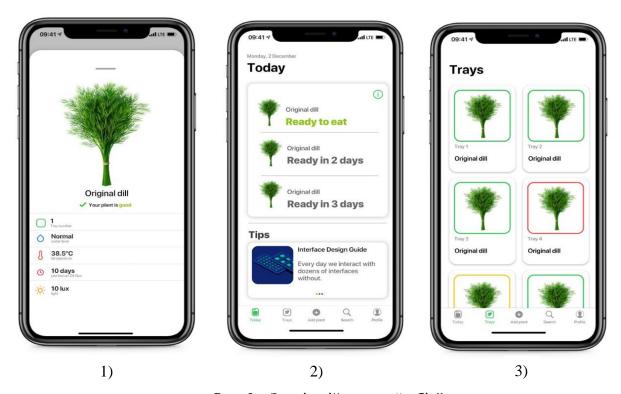


Рис. 3 – Зовнішній вигляд "табів": 1 – Деталі комірки; 2 – Головне меню; 3 – Моніторинг вирощування

Було встановлено головні фактори та чинники впливу на ріст та розвиток рослин. Проаналізовано існуючи системи внутрішнього садівництва, виявлено їхні суттєві недоліки. На основі цього було встановлено функціонал AI Fresh Station та уже розроблено другу версію прототипу.

Запропонований "AI Fresh Station" ідеально відповідає зростаючій ніші систем внутрішнього садівництва в приміщенні, що в даний час розроблено для любителів технічної галузі та любителів саду.

- 1. Безуглова О. С. Почва, ее место и роль в природе. *Соросовский образовательный журнал*. 1999.Вип. 12. С. 40-46.
- 2. Realtime Dating URL: https://www.javacodegeeks.com/2019/07/esp8266-esp32-firebase-realtime-database-iot.html.
- 3. Machine Learning URL: https://evergreen.team/category/machine-learning.html.
- 4. Industry Solutions URL: https://evergreen.team/category/industry-solutions.html.
- 5. Pattern Recognition URL: https://evergreen.team/category/pattern-recognition.html.

УДК 681.5:678.06

#### С.Г. Бондаренко, О.І.Василькевич, В.В. Селінський

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" s\_g\_bondarenko@ukr.net

# ВИЗНАЧЕННЯ СТАТИЧНИХ РЕЖИМІВ ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ ІНГІБІТОРУ КОРОЗІЇ ДЛЯ ЗАВОДСЬКОГО ОБЛАДНАННЯ

Для захисту промислового обладнання від корозії використовуються деякі речовини, інгібіторів корозії. Склад та технологія виробництва цих речовин дуже різноманітні. Часткове використання при створенні інгібіторів корозії матеріалів, які є відходами інших виробництв або сміттям, значно знижує собівартість продукту і сприяє захисту навколишнього середовища. Одним з таких матеріалів є поліетилентерефталат (ПЕТ), який на теперішній час є одним з основних забруднювачів навколишнього середовища. У зв'язку з цим, утилізація ПЕТ набуває важливого економічного і екологічного значення. Для скорочення потоку відходів застосовуються різні методи переробки ПЕТ з отриманням корисних матеріалів.

Робота направлена на створення нового процесу конверсії ПЕТ в корисний продукт — інгібітор корозії для захисту технологічного обладнання і трубопроводів.

Створення працездатної та надійної системи керування будь яким хіміко-технологічним процесом вимагає визначення статичних та динамічних характеристик досліджуваного процесу.

Як об'єкт керування розглядається технологія отримання інгібітору корозії, що передбачає реакцію взаємодію ПЕТ з дистилентриаміном у середовищі пропіленгліколю за наступною схемою (рис1.):

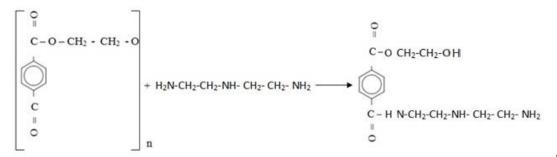


Рис. 1 – Схема хімічної реакції взаємодії ПЕТ з диетилентриаміном

Технологічна схема отримання інгібітору корозії наведена на рис. 2.

Згідно технологічної схеми першим кроком при отриманні амід естеру терефталевої кислоти (інгібітор корозії) є взаємодія ПЕТ з диетилентриаміном у середовищі прпіленгліколю, що відбувається в реакторі 5. Процес проводять при температурі 206...210°С, що сприяє розчиненню ПЕТ та проходженню реакції за схемою (рис.1). Отримана реакційна суміш (напівпродукт) проходить очищення на фільтрі 6, де видаляються забруднюючі речовини. Робочий тиск на фільтрі складає 0,3...0,4 МПа. Очищений розчин надходить до теплообмінника 7, де охолоджується до температури 90°С, після чого розчин надходить у змішувач 8, де до нього додається індустріальна олива і отриманий готовий продукт надходить у ємність 10.

Використовуючи програмний моделюючий комплекс CHEMCAD було спроектовано схему процесу отримання інгібітору корозії, яка наведена на рис.3. Для розрахунку матеріального балансу були враховані тільки ті апарати, у яких присутні матеріальні перетворення.

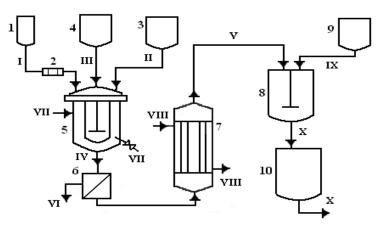


Рис. 2 – Технологічна схема процесу отримання інгібітору корозії:

- 1 бункер ПЕТ; 2 дозатор ПЕТ; 3 ємність диетилентриаміну;
- 4 ємність пропіленгліколю; 5 реактор; 6 фільтр; 7 теплообмінник;
- 8 змішувач; 9 ємність з індустріальною оливою;
- 10 ємність готового продукту (інгібітору корозії); І подрібнений ПЕТ;
- II диетилентриамін; III пропіленгліколь; IV реакційна суміш;
- V очищена реакційна суміш; VI осад; VII теплоносій (олива АМТ-300);
- VIII вода; IX індустріальна олива;
- Х готовий продукт( амід естеру терефталевої кислоти (інгібітор корозії)

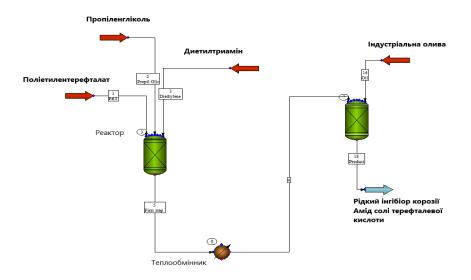


Рис. 3 – Схема процесу отримання інгібітору корозії в програмному комплексі СНЕМСАD

Спроектована схема дала можливість отримати та дослідити параметри потоків технологічної, сумарний матеріальний і тепловий баланс процесу. Розрахунки показали, що при взаємодії 455 кг пропіленгліколю, 545 кг діетилтриаміну, 500 кг поліетилентерефталату та 1000 кг індустріальної оливи можна отримати 2500 кг кінцевого продукту.

Отримані результати режимів роботи технологічної схеми переробки ПЕТ для отримання інгібітору корозії в статиці дозволили визначити норми технологічних параметрів, що дозволить створити якісну систему керування процесами отримання інгібітору корозії.

#### Література:

- 1. Беданоков А.Ю, Борисов В.А, Микитаев А.К., Керефов Т.О., Давыдов Э.М., Микитаев М.А. Основные направления переработки и использования вторичного полиэтилентерефталата. *Пластические массы*, №4. 2007. С. 48-52.
- 2. Rajagopal R., Ramiya T. Plastics recyclers scramble scraps. Chem. Eng.(USA). №6. 2007. P. 43-45.

УДК 681.5:628.8

#### С.Г. Бондаренко, Т.П. Ткачова

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" s\_g\_bondarenko@ukr.net

### АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ В АДМІНІСТРАТИВНИХ ПРИМІЩЕННЯХ ПІДПРИЄМСТВА

Для продуктивної роботи в адміністративному приміщенні важливі не тільки якісні обладнання та меблі, а й сприятливі кліматичні умови. Комфортна температура і хороша вентиляція сприяють створенню атмосфери, в якій люди будуть відчувати себе затишно, а значить, їх діяльність буде максимально ефективною.

Системи з природньою вентиляцією прості, не вимагають складного та дорогого обладнання і суттєвих експлуатаційних затрат. Але залежність ефективності даних систем від зовнішніх факторів (температура зовнішнього повітря, напрям та швидкість вітру), а також невеликий тиск не надають можливості повноцінно вирішувати складні та різноманітні завдання систем вентиляції. Тому застосовують системи з штучним вимушеним рухом повітря. Для цього створюються окремі системи автоматики для керування кліматом, так звані системи клімат-контролю, які регулюють необхідні параметри клімату в приміщенні.

Метою роботи  $\varepsilon$  розробка та технічна реалізація автоматизованої системи керування мікрокліматичними умовами в адміністративних приміщеннях підприємства для забезпечення комфортних умов роботи для працівників.

В даній роботі розглядається автоматична система керування припливно-витяжною установкою приміщень адміністративного корпусу підприємства.

Принцип дії системи керування досить простий. Він реалізований за допомогою спеціальних датчиків (температура, вологість, т.д.), які безперервно збирають дані по різні характеристики повітря в приміщенні. За допомогою програмованого логічного контролера (ПЛК) здійснюється управління кліматичною технікою.

В припливному каналі встановлений канальний гігростат типу QFM81.2. Використовується в повітряних магістралях аспіраційних установок і системах кондиціонування повітря. Основним функціональними завданнями такого датчика  $\epsilon$  вимір відносної вологості і температури. Спрацьовує при перевищенні заданої межі вологості. Діапазон вимірюваної вологості - 0 ... 95%.

Важливу роль в створенні системи керування відіграють датчики та місця їх розташування. Дані сенсори необхідно розмістити не тільки в різних місцях, відповідних кліматичним зонам усередині будівлі, а й на вулиці - для можливості збору інформації про зовнішні погодні умови.

Для даного об'єкту керування проведено його ідентифікацію. Система керування припливно-витяжною установкою  $\epsilon$  системо зі штучним рухом повітря, яка використовує вентилятори для переміщення повітря на потрібні відстані.

В даному випадку об'єктом керування буде приміщення, що обслуговується. Задача системи вентиляції полягає в підтримуванні значень регульованих параметрів на заданому рівні. Такими параметрами для кожного приміщення є температура приміщення, вологість повітря в приміщені та витрата повітря.

Для зволоження повітря використовуються спеціальні прилади парозволожувачі, що використовуються для підвищення вологості повітря в приміщеннях. В даному об'єкті керування застосовується пароволожувач типу Carel HumiSteam X-Plus.

Для керування вологості розроблено автоматизовану систему керування(АСК) з компенсацією по збуренню. Ця система регулювання дозволяє реагувати на збурення, які виникають через покази датчику вологості в каналі до того, як вони подіють на об'єкт. Структурна схема АСК з компенсацією по збуренню представлена на рис. 1, де К –

компенсатор, РТ – регулятор, ДТ1, ДТ2 – датчики вологості, U – збурення по зміні вологості в каналі.

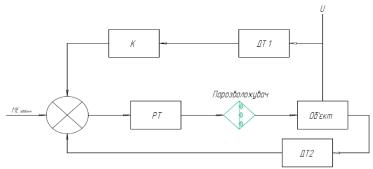


Рис. 1 – Структурна схема АСК с компенсацією по збуренню

При роботі вентиляційної установки регулятор РТ отримує імпульс від датчика ДТ2, який передає покази вологості в приміщенні. Сигнал від датчика ДТ1, який вимірює вологість в припливному каналі йде через компенсатор К на регулятор.

Дана схема зводить до нуля динамічну похибку і таким чином продуктивність парозволожувача змінюється в залежності від датчиків вологості в приміщенні та каналі.

Система автоматизації передбачає автоматичний контроль температури, вологості та витрати повітря в адміністративному приміщенні. Також  $\epsilon$  можливість управління продуктивністю роботи компресорно-конденсаторних блоків (ККБ), парозволожувачів, трьохходового крану водяного нагрівача та циркуляційного насосу зворотного теплоносія.

Для керування установкою обрано ПЛК Danfoss MCX08, оскільки його функціональні можливості повністю задовольняють вимогам до даної системи керування. ПЛК має пульт дистанційного управління з виносним дисплеєм, що дає можливість установки щита управління вентиляцією (ЩУВ) за межами приміщення, що обслуговується або на вулиці (щит зовнішнього виконання).

При цьому передбачено, що система керування може функціонувати повністю як в автоматичному, так і в частково в ручному режимі та забезпечувати сигналізацію граничних меж технологічних параметрів. Для надійної безаварійної роботи вентиляційної установки в процесі експлуатації існують певні вимоги до ведення технологічного процесу, вибору відповідних параметрів, які характеризують стан об'єкта управління. Параметри, зміна яких в деяких межах може призвести до аварійного стану обладнання, необхідно контролювати і сигналізувати в системах візуалізації технологічних параметрів в мікропроцесорних контролерах.

Тому передбачено технологічну сигналізацію, яка застосовується для оповіщення обслуговуючого персоналу в випадках відмови окремих елементів устаткування, втраті напруги в системі, при виході значення фізичної величини за межі, які визначають надійність і безпечність роботи устаткування.

Також передбачена система захисту і блокування у випадках виключення циркуляційного насосу в разі обмерзання нагрівача, зупинка роботи вентиляторів у разі закриття заслінок, зупинка системи у разі виходу з ладу циркуляційного насосу чи приводу триходового крану, зупинка системи у разі виходу з ладу компресорного блоку чи парозволожувача.

Таким чином в роботі на підставі аналізу об'єкту керування визначені параметри контролю, регулювання, сигналізації та захисту. Підібрані технічні засоби автоматизації, що забезпечать якісне керування припливно-витяжною установкою.

- 1. Ягьяева Л.Т., Ахметханов А.А. Автоматизированная система управления приточно-вытяжной вентиляции. *Вестник технологического университета*. 2013. т.16. в.22. С. 264-266.
- 2. Стомахина  $\Gamma$ . И. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: Справочное пособие. М.: Пантори. 2003. 275 с.

УДК 626.83: 65.011.56

#### С.Л. Карпенко, Г.В. Рудакова

Херсонський національний технічний університет Servante99@gmail.com

# ПРОБЛЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ НАСОСНОГО ОБЛАДНАННЯ ІРИГАЦІЙНИХ СИСТЕМ ПРИ ДИСТАНЦІЙНОМУ КЕРУВАННІ

На сьогоднішній день використання автоматизованих систем та новітніх технологій у сільськогосподарському промислі  $\epsilon$  нормою та необхідністю для задоволення попиту. Перехід до ринкових відносин змінив умови наукового забезпечення агропромислового комплексу. Виник попит на наукові розробки, що забезпечують швидку окупність коштів при їх впровадженні [1].

Важливим аспектом підтримання технологічного процесу вирощування агрокультур  $\varepsilon$  автоматизовані системі поливу. На території України широке розповсюдження має дощувальна машина «Фрегат», при експлуатації якої виявлено наступну проблему. Серійна механізована зрошувальна система серії «Фрегат» передбачає лише механічні методи управління, що виключає дистанційне управління або управління з використанням автоматизованих систем [2]. Одним з шляхів дистанційного керування такими системами  $\varepsilon$  використання заслінок з електромеханічним приводом для вмикання або вимикання окремих фрегатів. Що у свою чергу створює задачу керування тиску у магістралі водопостачання фрегатів, шляхом керування насосним обладнанням, яке створює тиск у магістралі.

Цілю дослідження  $\epsilon$  розробка систем автоматизованого управління насосним обладнанням іригаційних систем. Знаходження способів управління механізованого обладнання за допомогою електронних засобів автоматизації.

Дощувальна машина «Фрегат» виконана у вигляді рухомого по колу багатоопорного трубопроводу з розміщеними на ньому середньоструменевими дощувальними апаратами і призначена для поливу сільськогосподарських культур, лугів та пасовищ. Водопровідний пояс машини висотою 2,2 м над поверхнею землі спирається на самохідні опори, які мають двоколісні візки з гідроприводом, що працює від енергії поливної води. Ланка (візок) машини складається з колісної самохідної опори з механізмом гідроприводу, труби водопровідного поясу з дощувальним апаратом, А-образної форми з системою тросового кріплення водопровідного поясу, вузлів автоматичної системи синхронізації руху і аварійної зупинки [2].

Вода подається від гідрантів закритої зрошувальної мережі або зі свердловин занурювальним насосом [3]. Над гідрантом розміщена нерухома опора - металева конструкція, закріплена на бетонному фундаменті зі стояком, навколо якого обертається машина. Подачею води до закритої зрошувальної системи займаються насоси встановлені на насосній станції першого підйому. Задача автоматизації цієї станції є першочерговою проблемою при вирішенні завдання комплексної автоматизації всієї системи поливу.

Провідні виробники насосних станцій та систем управління для них пропонують готові рішення [4]. У номенклатурних рядах різного виконання можна виділити п'ять основних схем побудови систем управління:

- 1. Електродвигуни насосів в станції підключаються безпосередньо до мережі через пускачі. При потужності двигунів понад 4 кВт запуск здійснюється за схемою зірка/трикутник. Контур регулювання виконаний на зовнішньому контролері. До нього ж підключається датчик тиску напірного і всмоктуючого колектора, а також котушки пускачів.
- 2. Один з насосів в станції має вбудований децентралізований перетворювач частоти. Контур регулювання виконаний на базі зовнішнього контролера з ПІ-регулятором, який змінює продуктивність головного насоса по шині зв'язку. При збільшенні необхідної витрати системи регулятор за допомогою вбудованих реле контролера комутує котушки пускачів додаткових насосів. При потужності електродвигунів більше 4 кВт запуск проводиться за схемою зірка/трикутник.

- 3. Всі насоси станції мають бути обладнані перетворювачами частоти. Контур регулювання має бути виконаний на базі використання ПІ-регулятора одного з перетворювачів частоти. Регулятор за єдиною шині здійснює підключення і відключення підлеглих перетворювачів частоти, а також формує для них завдання швидкості обертання електродвигунів.
- 4. У системі управління присутній зовнішній перетворювач частоти, який має додаткову можливість перемикання на будь-який з електродвигунів насосів станції за допомогою комутації пускачів силових вихідних ланцюгів. Контур регулювання також виконаний на його програмному ПІ-регуляторі. Котушки пускачів додаткових насосів комутуються від декількох реле перетворювача частоти. При потужності електродвигунів понад 4 кВт підключення і відключення додаткових двигунів здійснюється за схемою зірка/трикутник.
- 5. Всі електродвигуни насосів управляються від зовнішніх перетворювачів частоти. Контур регулювання виконаний на базі ПІ-регулятора одного з перетворювачів частоти. Регулятор здійснює підключення і відключення підлеглих перетворювачів частоти, а також за єдиною шині формує для них завдання швидкості обертання.

Схеми 1 і 2, що забезпечують прямі запуски насосів, створюють значні скачки тиску, гідроудари в системі. Отже, їх застосування можливе лише при наявності гідропневматичних баків підвищеного потрібного обсягу в напірної стороні станції. Це в свою чергу можливо в невеликих системах, де обсяги баків не перевищують 1 м<sup>3</sup>. У системах з необхідним великим об'ємом баків рівень витрат перевищує початкові інвестиції від вибору більш функціональних змін станцій 3 або 5.

Як вже було сказано, через неможливість запусків на відкриту засувку варіанти конфігурацій схем систем управління 1, 2, 4 не можуть бути використані [5].

Найбільш популярна і бюджетна конфігурація систем нагадує схему 4 з додаванням в неї тиристорних пристроїв плавного запуску і зупинки електродвигунів підлеглих насосів. Це забезпечує їх без ударний запуск і зупинку на відкриту систему трубопроводів [6].

Найбільш перспективними підходами до автоматизації насосної станції закритої поливної системи можна вважати, по перше систему з одним перетворювачем частоти та пристроями плавного пуску, що забезпечує оптимальній варіант при одиничній потужності електродвигуна від 30 до 110 кВт. По друге коли одинична потужність електродвигунів перевищує 90 кВт, система управління станцією, коли на кожен електродвигун встановлюється свій перетворювач частоти.

- 1. Нагорный В.А. Экологически безопасные водосберегающие технологии в орошаемом земледелии саратовской области. *Наукоемкие технологии в мелиорации*. 2005. С. 145.
- 2. Полетаев Ю.Б., Криулин К.Н., Патрина М.Ю. Орошение дождеванием: Учебное пособие. СПб.: гос. Политехн. ун-т, 2003. 53 с.
- 3. Подготовка оператора дождевальных машин и установок: методические указания по выполнению практических занятий для обучающихся IV курса направления подготовки 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы». / Сост.: А.В. Русинов // ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. Саратов, 2017. 144 с.
- 4. Чебаевский В.Ф., Вишневский К.П., Накладов Н.Н. Проектирование насосных станций и испытание насосных установок. М.: Колос, 2000. 376 с.
- Толпаров Д. В., Дементьев Ю. Н. Анализ систем управления насосных станций. Известия ТПУ. 2007. №4. С. 113–118.
- 6. Толпаров Д.В. Эффективность использования насосов со встроенным преобразователями частоты в системах вентиляции, отопления и водоснабжения. *Оборудование регион*. 2006. №3. С.23.

УДК 519.246.85

#### І.Ю. Кондратьєва, Г.В. Рудакова

Херсонський національний технічний університет inna2017ukr@ukr.net

#### МЕТОДИ ОБРОБКИ АКУСТИЧНИХ СИГНАЛІВ У СИСТЕМАХ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ДІАГНОСТИКИ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Сучасна обчислювальна техніка дає змогу удосконалити технологію перевірки параметрів електромеханічних систем шляхом автоматизації процесів вимірювання та використання програмних засобів діагностики. Ефективним засобом попередження аварій, виявлення критичних режимів роботи, діагностики несправностей устаткування є методи функціональної діагностики [1]. Сутність проблеми функціональної діагностики полягає в розробці та практичній реалізації алгоритмів оцінки параметрів технічних станів електромеханічних вузлів без їх розбирання за характеристиками вібраційних процесів, які супроводжують їх функціонування. Шуми апаратів і машин характеризують як загальні властивості системи, так і властивості їх частин. Досвід застосування акустичних методів показує, що в стані нормального функціонування енергія шуму в основному концентрується в області низьких частот, а енергія дефектів, розташовується на високих частотах [2]. Вимірювання й аналіз сигналів в системах акустичної діагностики електромеханічних систем найчастіше виробляються з допомогою приладів, пристосованих для роботи в промислових умовах. Водночас ці операції можуть виконуватися і за допомогою комп'ютера, на вході якого встановлюються пристрої, що живлять вимірювальні перетворювачі, які посилюють електричні сигнали й перетворюють сигнали в цифрову форму [2]. На сьогоднішній день основними методами обробки результатів вимірювань є перетворення Фур'є і Лапласа, класичні методи аналізу часових рядів, кратномасштабного, вейвлет-аналізу та інших[1, 3]. Недоліком застосовуваних підходів є обчислювальна складність при здійсненні дискретних перетворень і необхідність наявності значних обсягів пам'яті для зберігання еталонних значень.

Метою дослідження  $\epsilon$  формування процедури аналізу акустичних сигналів працюючого обладнання електромеханічних комплексів на основі використання сучасних методів цифрової обробки.

Акустичні сигнали являють собою періодично повторювані тимчасові залежності. Для ідентифікації інформаційних ознак у виробничому шумі можна використовувати функцію «потужності» акустичного сигналу як суму амплітуд аналізованого звуку по декількох частотних каналах. При побудові процедури аналізу треба враховувати специфіку розв'язуваної задачі, використовувати сучасні методи оптимізації, застосовувати накопичений досвід в суміжних областях. Запропонована послідовність етапів аналізу акустичного сигналу представлено на рис.1.



Рис. 1 – Етапи аналізу акустичного сигналу

У блоці 1 проходить реєстрація та обробка акустичного сигналу працюючого обладнання. Для вимірювання акустичного шуму застосовують вимірювальні мікрофони. Для найменших спотворень при перетворенні звукових коливань в електричний сигнал доцільно розташувати мікрофони в безпосередній близькості від об'єкта діагностики

У блоці 2 після апаратної обробки акустичного сигналу визначають межі інформативної частини сигналу для його подальшого аналізу на основі оцінювання нормованого енергетичного спектра та спектральній ентропії. Послідовність дій для визначення меж інформативної частини сигналу на основі спектральної ентропії складається з 6 кроків: обчислення спектру сигналу; обчислення нормованого енергетичного спектра сигналу; цифрова обробка нормованого енергетичного спектра; медіанне згладжування; логіко-часова обробка.

У блоці 3 відбувається налаштування фільтрів відповідно до значень визначених на попередньому етапі. Для виділення діапазону частот традиційно використовують процедури фільтрації. Найкращими характеристиками серед фільтрів низьких частот (ФНЧ) мають фільтри Баттерворта.

У блоці 4 здійснюється вибір математичної моделі. Нормальному режиму роботи електромеханічного обладнання відповідають стаціонарні випадкові процеси, які тотожні стаціонарним змінам параметрів часових рядів. Об'єкти, інформативні параметри яких залежать від умов їх експлуатації, нестаціонарні за своєю природою і описуються функцією не стаціонарності, особливо у разі порушення режимів роботи контрольованого обладнання. Для аналізу нестаціонарних дискретних сигналів у якості моделі в межах рухомого вікна вибирають авторегресійну модель змінного середнього виду [2, 3]:

$$y[k] = A_0 y[k-1] + A_1 y[k-2] + A_2 y[k-3] + A_3 y[k-4].$$
(1)

Наступний етап - блок 5, де проходить аналіз коефіцієнтів моделі. Параметри моделі можна розрахувати методом найменших квадратів, але для ідентифікації в режимі реального часу доцільно застосовувати рекурентний метод. Для зменшення обсягів інформації, що переробляється без втрати точності використовують агреговані значення. Тривалість процесу агрегування варто визначати на основі спектрального аналізу акустичного сигналу. Все це відкриває можливості для забезпечення безпеки і надійності експлуатації електрообладнання шляхом своєчасного виявлення та запобігання аварійних збоїв роботи в режимі реального часу.

У блоці 6 відбувається вибір рішення. Після використання методів цифрової обробки сигналів, отримуємо результат, у якому зосереджена вся корисна інформація. Це дозволяє реалізувати системи підтримки прийняття рішень у режимі реального часу з автоматичним визначенням (постановкою діагнозу в темпі виміру діагностичних сигналів) несправностей вузлів машинного обладнання, ступеня їх небезпеки і формуванням переліку компенсуючих захолів.

Для отримання результативної інформації про досліджуваний об'єкт можна використовувати акустичний сигнал, що породжується електромеханічними компонентами в процесі роботи. Це дозволяє розширити можливості моніторингу та управління роботою складних технічних систем. Запропоновано алгоритм аналізу акустичного сигналу працюючого обладнання, який складається з 6 етапів та дозволяє приймати оперативні рішення в режимі реального часу.

- 1. Волощюк Ю.І. Сигнали та процеси у радіотехніці. Харків: ТОВ «Компанія СМІТ», 2005. 496 с.
- 2. Михалев А.И., Винокурова Е.А., Сотник С.Л. Компьютерные методы интеллектуальной обработки данных. Днепропетровск: Системные технологии, 2014. 209 с.
- 3. Kondratieva I.U., Rudakova H.V., Polyvoda O.V. Using acoustic methods for monitoring the operating modes of the electric drive in mobile objects. 2018 IEEE 5th International Conference, Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC). Kyiv, 2018. Pp. 218-221.

УДК 681.5:664.724

#### Д.Г. Литвинчук, О.В. Поливода

Херсонський національний технічний університет drewsua@ukr.net

#### ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШКИ ЗЕРНА У СУШИЛЬНІЙ ШАФІ

Математична модель процесу сушіння зерна використовується для рішення багатьох задач, таких як визначення статичних та динамічних характеристик зерносушильного обладнання, вибір та оптимізація режимних параметрів сушіння, рішення задач контролю та керування процесом.

Для перевірки адекватності математичної моделі процесу сушки зерна [1], було проведено ряд експериментальних досліджень з використанням сушильної шафи, трьох датчиків температури, датчику вологості. Для обробки даних було використано програмно-апаратні засоби Arduino [2]. Загальний вигляд стенду наведено на рис.1. Результати вимірювань занесені в таблицю 1.



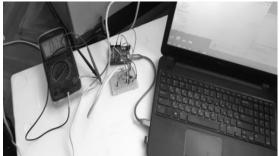


Рис. 1 – Стенд для проведення експерименту сушки зерна

	Висота		Температура зерна, С°		Початкова	Температура	Початкова	Кінцева	
№	шару зерна, см.	Час сушки	Верхній шар	Середній шар	Нижній шар	температура зерна, С°	в сушильній шафі, С°.	вологість,	вологість,
		10	33	31	28	22	90	15.5	13.7
1		30	45	41	38				
		60	51	47	44				
2	5	10	34	32	30	22	100	16	14
		30	46	44	42				
		60	52	49	47				
3		10	35	33	30	24	100	17	14.8
		30	48	45	42				
		60	54	50	48				

Таблиця 1 – Результати, отримані в ході експерименту

Перевірка адекватності математичної моделі, наведеної в [1], з використанням отриманих експериментальних даних, довела, що розроблену модель динаміки вологості і температури зерна можна використовувати для оптимізації процесу сушки з урахуванням кількісних характеристик теплофізичних і термодинамічних властивостей зерна, що впливають на процес тепло- і масопереносу у зерновому шарі.

- 1. Литвинчук Д.Г., Поливода О.В., Поливода В.В., Гавриленко В.О. Математична модель динаміки вологості та температури зерна в процесі сушіння. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2018. №3 (66). С. 85-90.
- 2. Аппаратная платформа Arduino. URL: https://www.arduino.ru.

УДК 621.3.083.7

І.В. Мосур, Г.В. Рудакова

Херсонський національний технічний університет ivan1mosur@gmail.com

#### ПРОБЛЕМИ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКІВ В СИСТЕМІ ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

На сьогоднішній день сучасні системи дистанційного моніторингу набувають швидкого розвитку. В Україні набирає популярність саме моніторинг обладнання сільськогосподарського призначення. Завдяки можливості дистанційно стежити за великою кількістю об'єктів об'єднаних в одну мережу такі системи мають дуже широке використання. Потреба в автоматизації та інтелектуальному прийнятті рішень стає все більш важливою при розробці та впровадженні сучасних агротехнологій. Передові компанії які пропонують революційні рішення в даній сфері пропонують звернути увагу саме на бездротові сенсорні мережі (БСМ) як вирішення більшості проблем передачі інформації дистанційного моніторингу.

БСМ — розподілена мережа, що самоорганізується в мережу безлічі датчиків і виконавчих пристроїв, об'єднаних між собою за допомогою радіоканалу. Область покриття подібної мережі може становити від декількох метрів до декількох кілометрів за рахунок здатності ретрансляції повідомлень від одного вузла до іншого. Однак БСМ мають деякі обмеження, такі як низька потужність батареї, обмежена обчислювальна здатність і невелика пам'ять сенсорних вузлів. Ці обмеження викликають проблеми при розробці систем БСМ в сільському господарстві. Продуктивність існуючого, системи на основі БСМ може бути поліпшена додаванням додаткових сенсорних вузлів до існуючої архітектурі, що дозволяє контролювати більшу кількість, параметрів. Проблеми, які можуть виникнути в таких додатках - визначення оптимальної стратегії розміщення, інтервалу вимірювання, енергозберігаючих МАС протоколів і протоколів маршрутизації. Засновані на БСМ рішення для сільського господарства повинні бути дуже дешевими щоб бути доступними широкому колу кінцевих користувачів. Типову БСМ наземного виконання, що широко використовується в сільськогосподарської промисловості, наведено на рис. 1.

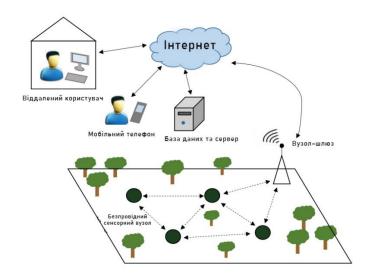


Рис. 1 – Типова БСМ для сільськогосподарських систем

У наземних БСМ вузли розміщуються над поверхнею землі. Вузли в сенсорної мережі на поле обмінюються інформацією між собою з використанням радіочастотних каналів (РК)

промислових, наукових і медичних (15M) радіодіапазонів (таких як 902-928 МГц і 2.42. 5 ГГц). Як правило, вузол-шлюз також розміщується разом з сенсорними вузлами, щоб забезпечити з'єднання між сенсорної мережею і зовнішнім світом. Таким чином, вузол-шлюз користується як РК, так і глобальною системою мобільного зв'язку (GSM) або GPRS. Віддалений користувач може контролювати стан поля і управляти польовими сенсорами і технологічним обладнанням. Наприклад, користувач може вмикати/вимикати насос/клапан, коли рівень води, що подається в поле, досягає деякого визначеного порогового значення.

У сенсорних вузлах одним з найбільш важливих факторів є енергоспоживання. З огляду на цей факт, мікроконтролери краще, ніж процесори загального призначення. В проектах, націлених на мінімізацію вимог до потужності і вартості проектування, доцільно застосовувати архітектура однокристальної системи (система на кристалі, СНК). СНК забезпечує інтеграцію декількох програмованих процесорних ядер, допоміжних процесорів, апаратних прискорювачів, блоків пам'яті, блоків вводу/виводу і призначених для користувача блоків. На рис. 2, показано компоненти типового сенсорного вузла на основі СНК. Передбачувані системи для СНК в основному призначені для проектування мереж на чіпах (англ. NoCs), систем для потокових додатків, що вимагають інтенсивної обчислювальної потужності.



Рис. 2 – Архітектура типового сенсорного вузла на однокристальній основі

В даний час в сільськогосподарських додатках використання СНК зустрічається дуже рідко. Проте в майбутньому СНК має великий потенціал для застосування в сільському господарстві і фермерському господарстві. По-перше, використання сенсорних вузлів на основі СНК, а не сучасних вбудованих багаточіпових сенсорних вузлів, збільшить обчислювальну потужність і зменшить споживання енергії. Крім того, розмір вузлів буде менше, і тим самим збільшиться мобільність всієї системи.

Із відомих технологій та стандартів бездротового зв'язку (ZigBee, Wi-Fi, Bluetooth, GPRS, WiMAX) для вирішення проблеми дистанційного моніторингу в сільському господарстві в реальному часі найбільш підходящою технологією  $\epsilon$  WiMAX, яка підтриму $\epsilon$  великий діапазон високошвидкісних комунікаційних функцій.

- 1. Григорьев В.Л. Программирование однокристальных микропроцессоров. М.: Энергоатомиздат, 1987. 288 с.
- 2. Hart, J. K., Martinez, K. Environmental sensor networks: a revolution in the earth system science. Earth Sci. Rev. 2006. N 78 (3-4). Pp. 177-191.
- 3. Koch, R., Pionteck, T., Albrecht, C., Maehle, E. An adaptive system-on-chip for network applications. Proceedings of International Parallel and Distributed Processing Symposium, Rhodes Island. 2006.

# СЕКЦІЯ «МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ»

УДК 62-50

#### Г.О. Димова, В.О. Сложинська

Херсонський державний аграрно-економічний університет anndymova@gmail.com

#### АНАЛІЗ СТАНІВ СИСТЕМИ ЕКОНОМІЧНОЇ ДИНАМІКИ ПРОЕКЦІЙНИМИ МЕТОДАМИ

Для лінійних систем економічної динаміки, що володіють властивостями, де всі вихідні координати системи допускають безпосереднє вимірювання і спостереження, формування оптимального закону управління як функції координат стану може здійснюватися навіть при наявності різних відхилень при вимірюванні. Однак в інженерній практиці дуже часто не всі координати стану допускають спостереження і вимірювання [1, 2]. У цих випадках оптимальний закон управління визначається як функція частини найкращих оцінок координат стану, які визначаються за вимірюваннями вихідних сигналів системи. Отже, проблема оптимального управління в більш загальній постановці включає в себе як проблему знаходження оптимальної оцінки станів системи, так і проблему оптимального управління.

Задача знаходження оцінок станів систем економічної динаміки  $\epsilon$  досить поширеною при проектуванні оптимальних безперервних і дискретних систем управління при їх стохастичному та детермінованому розгляді. Розв'язання задачі при стохастичному знаходженні оцінок станів була заснована на методах факторизації кореляційних матриць повністю спостережуваних множин вихідних сигналів динамічних систем [3].

Розглянемо можливості розв'язувати окремі задачі знаходження оцінок та оптимальних управлінь методом проектування багатовимірних просторів на власні підпростори. При дослідженні систем економічної динаміки в окремих випадках всі вихідні координати системи допускають безпосереднє вимірювання і спостереження.

Застосуємо узагальнений підхід до розв'язання задачі управління багатомірною системою з координатами недоступними для спостереження на основі методу проеціювання просторів на підпростори [4]. У цих випадках тільки вихідні сигнали можуть бути виміряні безпосередньо.

При розв'язанні задачі будемо вважати, що вихідні змінні  $\epsilon$  лінійними функціями координат стану  $\vec{x}(k)$  і пов'язані з останніми лінійним перетворенням

$$\vec{\mathbf{y}}(k) = \mathbf{M} \vec{\mathbf{x}}(k)$$
,

де  $\vec{x} - n$ -мірний вектор;  $\vec{y} - p$ -мірний вектор;  $\mathbf{M} - \mathbf{M}$  матриця розміру  $p \times n$  з  $p \le n$ .

При дослідженні можливості оптимального управління будемо виходити з того, що система описується векторно-матричним диференційним рівнянням [1, 2, 3].

$$\vec{x} = \mathbf{A}(t)\vec{x}(t) + \mathbf{D}(t)\vec{m}(t) + \vec{n}(t) , \qquad (1)$$

де  $\vec{x}(t) - n$ -мірний вектор, що представляє змінні стану;  $\vec{m}(t) - k$ -мірний вектор, що представляє управляючі впливи;  $\vec{n}(t) - s$ -мірний вектор, що представляє зовнішні випадкові впливи;  $\mathbf{A}(t)$  — матриця коефіцієнтів процесів, що протікають в системі;  $\mathbf{D}(t)$  — матриця управління.

Розв'язання рівняння (1) має вигляд

$$\vec{x}(t) = \varphi(t, t_0) \vec{x}(t_0) + \int_{t_0}^{t} \left[ \varphi(t, \tau) \mathbf{D}(\tau) \vec{m}(\tau) + \vec{n}(\tau) \right] d\tau ,$$

де  $\varphi(t, t_0)$  — матриця переходу, що задовольняє однорідному диференційному рівнянню  $\frac{d\varphi(t,t_0)}{dt} = \mathbf{A}(t)\varphi(t,t_0)$  і співвідношенню  $\varphi(t_0,t_0) = \mathbf{I}$ , де  $\mathbf{I}$  — одинична матриця.

Принцип побудови оптимальних управлінь системи економічної динаміки визначається також показником якості, у вимогах якого враховуються обмеження, при дотриманні яких гарантується фізична реалізація оптимального управління динамічною системою. При реалізації цифрових систем управління показник якості визначається квадратичною формою [1, 2, 6].

$$J_N = \sum_{k=1}^{N} \left\{ [\vec{x}^d(k) - \vec{x}(k)]' \mathbf{Q}(k) [\vec{x}^d(k) - \vec{x}(k)] + \lambda \vec{m}'(k-1) \mathbf{H}(k-1) \vec{m}(k-1) \right\},$$

де  $\vec{x}^d(k)$  – вектор бажаного стану; **Q**, **H** – позитивно визначені симетричні матриці;  $\lambda$  – постійний множник.

При відповідному виборі елементів матриці  $\mathbf{Q}$  будь-яку координату стану процесу можна зробити більш важливою і ефективною для оцінки якості системи в порівнянні з іншою змінною. Аналогічно, шляхом вибору елементів матриці  $\mathbf{H}$  можна накласти бажані обмеження на енергію управляючих впливів. Оптимальне управління полягає у визначенні послідовності векторів управління  $\vec{m}'(0), \vec{m}'(1), ..., \vec{m}'(N-1)$ , що мінімізують очікуване середнє значення показника якості [2, 6, 7].

Задача зводиться до знаходження оцінок для багатокрокового процесу, в результаті якого послідовно знаходяться оцінки для всіх кроків і в кожному наступному кроці використовуються знайдені оптимальні розв'язки на попередньому кроці, тобто реалізується принцип динамічного програмування [5].

Проекційні методи дослідження дозволяють одночасно і незалежно розв'язувати задачу оцінювання векторів стану системи економічної динаміки і знаходження оптимальних управляючих послідовностей.

- 1. Сейдж Э. П., Уайт III Ч. С. Оптимальное управление системами. М.: Радио и связь, 1982. 392 с.
- 2. Ту Ю. Современная теория управления. М.: Машиностроение, 1971. 472 с.
- 3. Марасанов В.В., Забытовская О.И., Дымова А.О. Прогнозирование структуры динамических систем. *Вісник ХНТУ*. № 1 (44), 2012, С 292-302.
- 4. Марасанов В.В., Дымова А.О., Дымов В.С. Проекционные методы оценки состояний динамической системы при частично наблюдаемых выходных координатах. *Проблеми інформаційних технологій*. Херсон. 2016. №1(019). С. 259-264.
- 5. Беллман Р. Динамическое программирование. М.: ИЛ, 1960. 400 с.
- 6. Дымова А.О. Исследование на чувствительность собственных значений матриц моделей динамических систем в пространстве состояний. *Проблеми інформаційних технологій*. 2017. №1(021). С. 92-96.
- 7. Димова Г.О. Дослідження чутливості та стійкості моделей динамічних систем. *Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво*. Луцьк. 2017. № 28-29. С. 55-59.

УДК 004.942

#### О.В. Дмитрюк, Я.І. Баклан, І.В. Баклан

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" iaa@ukr.net

#### БАЙЄСОВО-ЛІНГВІСТИЧНІ МЕРЕЖІ

Якийсь час здавалося: навіщо всі ці байєсовські методи потрібні, у нас нейромережі і так прекрасно працюють. Але як часто буває, в якийсь момент з'ясувалося, що можна об'єднати переваги нейромережевого і байєсово-лінгвістичних підходів. В першу чергу — завдяки тому, що з'явилися техніки варіаційного байєсівського виведення, і ці моделі не суперечать один одному, а навпаки, прекрасно доповнюють, взаємно підсилюючи один одного.

Байєсово-лінгвістичний підхід прекрасно комбінується, і на наших очах відбувається все більше робіт в цьому напрямку [1-5]. Скажімо, на головній конференції по машинному навчання NIPS аж чотири воркшопу, присвячених байєсовим методам, і частина воркшопів - якраз по їх схрещування з нейронними мережами.

Основна мета даної роботи полягає в дослідженні та розробці математичних та програмних засобів для байєсово-лінгвістичної мережі та їх використання для аналізу данних.

Розглянемо особливості байєсово-лінгвістичного підходу. Поперше, припустимо, є якась невідома величина, яку ми б хотіли оцінити з якихось її непрямим проявам. В даному випадку невідома величина —  $\theta$ , а її непрямий прояв — у. Тоді можна скористатися теоремою Байеса, яка дозволяє наше вихідне незнання або знання про невідому величиною, апріорне знання, трансформувати в апостеріорне після спостереження деяких непрямих характеристик, як-то побічно характеризують невідому величину  $\theta$ .

Ключова особливість формули – в тому, що на вхід ми подаємо апріорне розподіл, кодує наше незнання або нашу невизначеність про невідому величиною, і що виходом також є розподіл. Це вкрай важливий момент. Чи не точкова оцінка, а якась сутність того ж формату, що був на вході. Завдяки цьому стає можливим, наприклад, використовувати результат байєсівського виведення, апостеріорне розподіл, як апріорне в якійсь новій ймовірнісної моделі і, таким чином, охарактеризувати нову невідому величину з різних сторін шляхом аналізу її різних непрямих проявів. Це перше гідність, завдяки якому вдається отримати властивість розширюваності – або омпозування – різних імовірнісних моделей, коли ми можемо з простих моделей будувати більш складні.

Друге цікаве властивість. Найпростіше правило підсумовування твори ймовірностей означає: якщо у нас  $\varepsilon$  імовірнісна модель — а іншими словами, спільне імовірнісний розподіл на всі змінні, що виникають в нашій задачі, — то ми, як мінімум в теорії, завжди можемо побудувати будь-який імовірнісний прогноз, спрогнозувати цікавить нас змінну U, знаючи якісь спостережувані змінні О. При цьому  $\varepsilon$  змінна L, яку ми не знаємо і вона нас не цікавить. За цією формулою вони відмінно виключаються з розгляду.

Для будь-яких поєднань цих трьох груп змінних ми завжди можемо побудувати таке умовне розподіл, яке і вкаже, як змінилися наші уявлення про цікавлять нас величинах U, якщо ми поспостерігали величини O, імовірно пов'язані з U.

Всі величини в Байєсова підході можна трактувати як випадкові. Апарат теорії ймовірностей застосовується до параметрів розподілу випадкової величини. Іншими словами, те, що в класичному підході безглуздо, в Байєсова підході набуває сенсу. Метод статистичного методу, замість методу максимальної правдоподібності — теорема Байєса. Оцінки отримуємо не точкові, а виду апостеріорного розподілу, що дозволяє нам комбінувати різні імовірнісні моделі. І на відміну від частотного підходу — теоретично бгрунтованого при великих п, а деякі доводять, наприклад, при п, що прагнуть до нескінченності — Байєсівський підхід вірний при будь-яких обсягах вибірки, навіть якщо n=0. Просто в даному випадку апостеріорне розподіл співпаде з апріорним.

Інша перевага байєсівського підходу, вже стосовно до машинного навчання, — регуляризація. Завдяки обліку апріорних переваг ми перешкоджаємо зайвої налаштування наших параметрів в ході процедури машинного навчання і тим самим здатні справлятися з ефектом перенавчання. Якийсь час назад, коли алгоритми почали навчати на величезних обсягах даних, вважалося, що проблема перенавчання знята з порядку денного. Але справа була тільки в тому, що люди психологічно боялися переходити до нейромереж гігантського розміру. Всі починали з невеликих нейромереж, і вони, при гігантських навчальних вибірках, справді не переучувалися. Але в міру того, як психологічний страх зникав, люди починали використовувати мережі все більшого розміру.

Зокрема, виявилося, що така популярна техніка евристичної регуляризації, як drop out, є окремим випадком, грубим наближенням для байєсівської регуляризації. Насправді мова йде про спробу зробити байєсівський висновок.

Нарешті, третя перевага - можливість побудови моделі з латентними змінними.

Було проведено огляд підходів до сучасного бачення байєсоволінгвістичних мереж. Приведений аналіз існуючих рішень, таких як АРІ, окремі бібліотеки, десктопні застосунки та онлайн рішення. Отже опираючись на мінуси які були виділені, система має мати в собі крім звичайних мереж також лінгвістичне перетворення та аналіз цих даних.

- 1. Баклан Я.І. Інформаційні технології на основі байєсових мереж для задачі розпізнавання користувача: дис. ... канд. техн. наук. К., 2011. 228 с.
- 2. Лінгвістичне моделювання (математичне моделювання) URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Лінгвістичне моделювання (математичне моделювання)/
- 3. Баклан І. В. Аналіз поведінки економічних часових рядів з використанням структурних підходів. *Збірник МКММ-2006*. Херсон: ХГТУ, 2006. С. 10.
- 4. Баклан І. В. Лінгвістичне моделювання: основи, методи, деякі прикладні аспекти. *Систем. технології*. 2011. № 3. С. 10-19.
- 5. Баклан І. В. Структурний підхід до розпізнавання образів у системах безпеки. *Національна безпека України: стан, кризові явища та шляхи їх подолання. Міжнародна науково-практична конференція* (Київ, 7-8 грудня 2005 р.). Збірка наукових праць. К.: Національна академія управління Центр перспективних соціальних досліджень, 2005. С.375-380.

УДК 681.518.5

#### <sup>1</sup>В.В. Марасанов, <sup>1</sup>Д.М. Степанчиков, <sup>2</sup>О.В. Шарко, <sup>1</sup>А.О. Шарко

<sup>1</sup> Херсонський національний технічний університет <sup>2</sup> Херсонська державна морська академія dmitro\_step75@ukr.net

# АЛГОРИТМ БАГАТОФАКТОРНОЇ МОДЕЛІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ДІАГНОСТИКИ МІЦНІСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛІВ ПІД НАВАНТАЖЕННЯМ

Розв'язання задач діагностики міцнісних властивостей матеріалів під навантаженням неможливо без детального вивчення їх мікроструктури. Для цього необхідні математичні моделі інформаційної діагностики, які засновані на генерації акустичних і вібраційних сигналів при навантаженні конструкцій. Найбільш складним при цьому є ідентифікація акустичних сигналів і визначення механічних властивостей матеріалів в джерелі ініціювання акустичних сигналів [1,2]. Тісний зв'язок між процесами руйнування і наявністю ефекту акустичної емісії (АЕ) дозволяє за допомогою реєстрації сигналів АЕ визначати ступінь наближення стану матеріалу до руйнування.

При вивченні характеристик дефектів структури для прогнозування руйнування необхідно мати найбільш повні відомості про джерело АЕ, які можна отримати не тільки шляхом вимірювань, але і шляхом комплексного використання теоретичних моделей виникнення АЕ і обчислень їх параметрів з залученням в розрахунки експериментальних даних зміни структури матеріалів під навантаженням [2].

У даній роботі за результатами комп'ютерного квантово-хімічного моделювання структури матеріалу під навантаженням встановлені закономірності зміни осциляторних властивостей акустико-емісійних сигналів з параметрами силового поля в полімерних зразках на основі епоксидної смоли ЕД-20 [1]. Доведено існування відповідності між змінами спектральних характеристик і моментами виникнення акустико-емісійних сигналів. За допомогою програми Gauss View з використанням методу Хартрі-Фока в базисі 3-21G і теорії диференціювання графів виконаний розрахунок параметрів навантаженого ангармонічного осцилятора. Проаналізовано вплив зовнішнього механічного навантаження на внутрішню коливальну динаміку в твердих тілах, наслідком чого може бути розрив міжмолекулярних зв'язків і виникнення акустико-емісійних сигналів. Проведено аналіз поведінки окремого збудженого ангармонічного осцилятора під дією зовнішньої сили і результати узагальнені на ансамбль таких осциляторів. Показано, що ангармонічне тверде тіло і ангармонічний осцилятор як елемент внутрішньої динаміки тіла, можуть виступати системами або механізмами, в яких при їх критичному механічному навантаженні відбуваються переходи форм внутрішньої енергії в енергію АЕ.

На основі проведених досліджень запропоновано алгоритм багатофакторної моделі інформаційної діагностики механічних властивостей матеріалів. Запропонований алгоритм має перехресну структуру і складається з алгоритму знаходження оператора динамічного процесу виникнення сигналів АЕ (позначений цифрою 1 на рис.1) і керуючого алгоритму інформаційної діагностики (позначений цифрою 2 на рис.1). Загальний перехресний алгоритм враховує необхідні операції і структурні блоки побудови моделі оператора процесу виникнення АЕ сигналів під навантаженням [2]. Відповідно до загальноприйнятої структуризації алгоритмів вони поділяються на обчислювальні алгоритми та керуючі. Обчислювальний алгоритм являє собою сукупність правил перетворення вихідних даних у результати, якими є енергія навантаженого осцилятора. Керуючим алгоритмом є правила і процедури інформаційної діагностики. При цьому відбувається комбінація алгоритмів і навчання окремих моделей на одних і тих самих вхідних даних, після чого об'єднуються результати обох моделей.

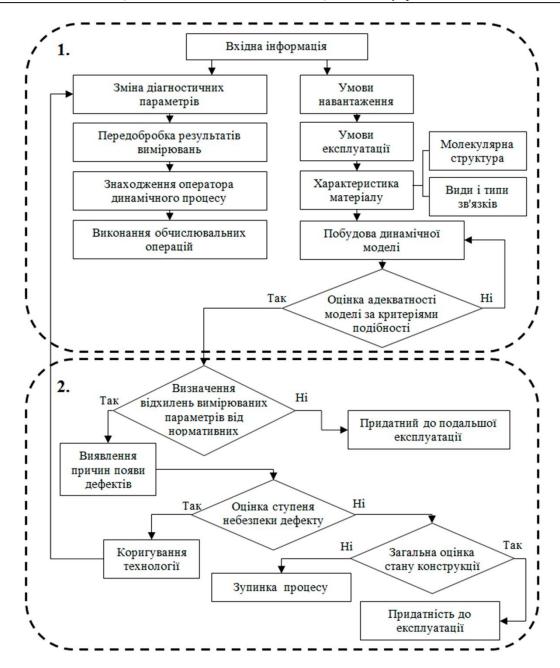


Рис.1 – Перехресний алгоритм багатофакторної моделі інформаційної діагностики (1 – алгоритм оператора динамічного процесу, 2 – керуючий алгоритм)

Дані, отримані при аналізі АЕ, що супроводжує процес руйнування матеріалів, дозволяють встановити відповідність між еволюцією дефектної структури і кінетикою виникнення АЕ сигналу на різних стадіях навантаження і за допомогою використання перехресного алгоритму багатофакторної моделі інформаційної діагностики проводити раннє виявлення критичного стану конструкції.

- 1. Алексенко В.Л. Применение акустико-эмиссионных и тензометрических измерений к процессам диагностики деформационного упрочнения композиционных материалов на основе эпоксидной матрицы. / В.Л. Алексенко, А.А. Шарко, С.А. Сметанкин, Д.М. Степанчиков, К.Ю. Юренин. 2019. *Техн. диагностика и неразруш. контроль*. №3 С.49-54.
- 2. Marasanov V., Sharko A., Stepanchikov D. (2020) Model of the Operator Dynamic Process of Acoustic Emission Occurrence While of Materials Deforming. Lecture Notes in Computational Intelligence and Decision Making. ISDMCI 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing, 1020, pp 48-64.

УДК 004.048

#### О.П. Мартиненко, О.М. Шушура

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" alexander.martynenko.ua@gmail.com

#### ОПТИМІЗАЦІЯ ГІПЕРПАРАМЕТРІВ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

В задачах управління та підтримки прийняття рішень все частіше використовуються методи машинного навчання. Ці методи зазвичай параметризовані набором гіперпараметрів, від яких залежить результативність обраного методу. Метою оптимізації гіперпараметрів є пошук набору їх значень, які дають оптимальну модель, що характеризується мінімальною похибкою[1]. Автоматичний пошук оптимальних гіперпараметрів використовує як прості методи, наприклад вичерпний пошук у дискретному просторі, або випадковий пошук за заданими розподілами гіперпараметрів, так й більш складні методи, до яких відносять, наприклад, байєсівські та споріднені методи оптимізації з використанням варіантів очікуваного критерію вдосконалення. Ці методи беруть до уваги результати оцінених наборів гіперпараметрів та статистично оцінюють можливе покращення результатів у інших точках простору пошуку [2, 3].

Існують програмні пакети, які реалізують різні спеціалізовані методи оптимізації для пошуку гіперпараметрів (аuto-sklearn, hyperopt, Tune, тощо)[4]. Вони дозволяють швидко налаштовувати оптимізацію гіперпараметрів у тому ж середовищі, де ведеться розробка та прототипізація моделей. Їх недоліком є прив'язка до певних фреймворків (TensorFlow, Keras, PyTorch, та інші) та мов програмування, неможливість чи складність використання у розподілених середовищах. Існують також інформаційні технології для розподіленої оптимізації гіперпараметрів (Каtіb, тощо). Вони зазвичай є end-to-end системами, надають можливість складних налаштуваннь, добре масштабуються, керують наданими ресурсами. Та вони зазвичай не дозволяють динамічно змінювати вже запущений процес оптимізації і часто прив'язані до певних хмарних платформ чи технологій. Платформи, що націлені на задачі машинного навчання (Атагоп SageMaker, Comet.ml, тощо), вимагають виконання розрахунків і збереження користувацьких даних на їх стороні, що стає перешкодою для підприємств з підвищеними вимогами до безпеки даних[5].

Таким чином, актуальною задачею є розробка сервісу, який буде: надавати АРІ для створення експериментів (з певним простором пошуку); зберігати результати оцінки певних наборів гіперпараметрів; проводити обчислення, пов'язані безпосередньо з пошуком потенційно оптимальних точок у просторі гіперпарамертів; надавати точки для наступних перевірок за запитом; надавати можливість редагувати налаштування експерименту між ітераціями. Такий сервіс має бути незалежним від фреймворку, мови програмування, платформи моделей машинного навчання, що оптимізуються, мати можливість розгортання на стороні користувача.

Розроблена інформаційна технологія надасть користувачеві можливість більш гнучкого контролю над обчислювальними ресурсами, що витрачаються на тренування моделей, включаючи динамічну зміну використання ресурсів під час оптимізації.

- 1. Claesen, M. and B. D. Moor. Hyperparameter search in machine learning. arXiv 1502.02127. 2015.
- 2. James Bergstra and Yoshua Bengio. Random search for hyper-parameter optimization. *Journal of Machine Learning Research*. 2012. №13(1). C. 281–305.
- 3. Snoek, Jasper; Larochelle, Hugo; Adams, Ryan. Practical Bayesian Optimization of Machine Learning Algorithms. *Advances in Neural Information Processing Systems*. arXiv:1206.2944. 2012.
- 4. James Bergstra, Dan Yamins, and David D Cox. Hyperopt: A Python library for optimizing the hyperparameters of machine learning algorithms. *Proceedings of the 12th Python in Science Conference*. 2013. C. 13–20.
- 5. Understanding Hyperparameters Optimization in Deep Learning Models: Concepts and Tools. Medium. 2018. URL: https://doi.org/10.1016/j.concepts-and-tools-357002a3338a (дата звернення 22.03.20).

УДК 519.246.85

#### О.К. Очеретяний, Я.І. Баклан, І.В. Баклан

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" iaa@ukr.net

#### МАТЕМАТИЧНІ ТЕОРІЇ МОДЕЛЮВАННЯ ГИБРИДНИХ МОВ ПРОГРАМУВАННЯ

Сучасний етап розвитку підходів до створення програмного забезпечення передбачає появу нових засобів — мов програмування, які поєднують у собі функціональні можливості основних парадигм програмування. Враховуючи той факт, що кожна з парадигм базується на певних математичних теоріях, стоїть в першу чергу завдання гібридизації теорій з наступним відображенням отриманої гібридної теорії у деяку метамову програмування [1]. За думкою авторів наглядним зображенням взаємодії під час гібридизації може стати куб математичних теорій, які лежать в основі основних парадигм програмування.

Основні методи опису семантики мов програмування на основі формальних систем (математичних теорій): оперативна семантика, денотаційна семантика, аксіоматична семантика, лямбда-числення, алгебраїчна семантика, семантика дій.

Куб гібридизації парадигм програмування уявляє з себе наочну класифікацію восьми можливих гібридів.

Будь-яку мову програмування з погляду семантики можна розглядати як сукупність функціональних елементів (фелів), які можуть бути виражені в термінах формальної системи. Тоді процес гібридизації можна розглядати як побудову гібридної формальної системи на основі двох окремих систем [2]. Під час операції гібридизації теорії можуть об'єднувати множини своїх функційних елементи, які в собі несуть різні семантики, або результат взаємодії функційних елементів з різних формальних систем, отримуючи гібридний функційний елемент.

Неформальна оперативна семантика ілюструє основні компоненти опціонального підходу до значень. Стан або конфігурація машини описується за допомогою деякого подання символів, таких як мічені поля, значення в полях та стрілки між ними. Одна конфігурація передбачає роль початкового стану, а функція, визначена програмою, значення якої пояснюється, переносить одну конфігурацію в іншу. Коли програма (або програміст) вичерпана або функція переходу з якоїсь причини не визначена, процес зупиняється, створюючи «остаточну» конфігурацію, яку ми вважаємо результатом програми.

За допомогою формальної семантики ми надаємо зміст програмам, відображаючи їх у деякій абстрактній, але точній області об'єктів. Використовуючи денотаційну семантику, ми надаємо значення з точки зору математичних об'єктів, таких як цілі числа, значення істинності, кортежі значень та функції. Для цього реально денотаційну семантику спочатку називали математичною семантикою. Хоча спочатку денотаційна семантика замислювалася як механізм для аналізу мов програмування, вона стала потужним інструментом для розробки та впровадження мови.

Позначення денотаційної семантики будуються на основі лямбда-числення. Мета денотаційної семантики полягає у наданні математичних описів мов програмування незалежно від їх експлуатаційної поведінки. Розширене лямбда-числення служить математичним формалізмом, металінгвістикою для денотаційних визначень. Як і у всіх математичних формальних формах, ми повинні знати, що лямбда-числення має модель для того, щоб визначення не були безглуздими. Крім того, денотаційні визначення, а також мови програмування в цілому покладаються в значній мірі на рекурсію. Зазвичай використання мови програмування не піклується про логічні основи декларацій, але ми стверджуємо, що можна поставити серйозні питання, пов'язані з обґрунтованістю рекурсії.

На основі методів логічного виведення з логіки предиката, аксіоматична семантика  $\epsilon$  більш абстрактною, ніж денотаційна семантика, оскільки не існу $\epsilon$  поняття, що відповіда $\epsilon$ 

стану машини. Швидше, семантичне значення програми грунтується на твердженнях про відносини, які залишаються однаковими щоразу, коли програма виконується. Співвідношення між початковим твердженням і кінцевим твердженням після фрагмента коду фіксує відсутність семантики коду. Інший фрагмент коду, який визначає алгоритм дещо по-іншому, але створює одне і те ж остаточне твердження, буде безперечно еквівалентним за умови, що будь-які початкові твердження є однаковими. Докази того, що твердження є істинними, не покладаються на будь-яку конкретну архітектуру базової машини; скоріше вони залежать від зв'язків між значеннями змінних. Хоча окремі значення змінних змінюються під час виконання програми, певні зв'язки між ними залишаються однаковими. Ці інваріантні зв'язки утворюють твердження, що виражають семантику програми.

Офіційні семантичні прийоми, які ми вивчали до цього часу, включають денотаційну семантику, математичні основи якої лежать в теорії рекурсивної функції, і аксіоматичну семантику, основи якої залежать від логіки предиката. У цій главі ми вивчаємо алгебраїчну семантику, інший формалізм для семантичної конкретизації, основи якої базуються на абстрактних алгебрах. Алгебраїчна семантика включає алгебраїчну специфікацію даних і мовних конструкцій. Основна ідея алгебраїчного підходу до семантики полягає в назві різних видів об'єктів і операцій над об'єктами та використанні алгебраїчних аксіом для опису їх характерних властивостей. Методика алгебраїчної семантики зазвичай використовується для визначення абстрактних типів даних (АДТ). Основний принцип у визначенні АДТ передбачає опис логічних властивостей об'єктів даних з точки зору властивостей операцій (деякі з яких можуть бути константами), які маніпулюють даними. Фактичне зображення об'єктів даних та реалізація операцій над даними не  $\epsilon$  частиною специфікації. Наприклад, уточнюйте абстрактний тип, значення якого є стеками, визначаючи властивості операцій, які виштовхують або виводять елементи зі стеків, уникаючи опису фізичного зображення об'єктів, які служать стеками. У цій главі ми вводимо основні ідеї алгебраїчних специфікацій (синподатку) та відповідних алгебр (семантики), які служать моделями специфікацій. Як ми побачимо, алгебраїчні характеристики поширюються від об'єктів низького рівня, таких як значення істинності з булевими операціями, через об'єкти високого рівня, такі як програми з операціями для перевірки типу та інтерпретації вихідного коду. Алгебраїчна семантика - це широке поле вивчення, і в цьому короткому огляді ми можемо лише запропонувати основні математичні основи. Деякі основні поняття, розроблені тут, будуть використані у наступній главі, коли ми вивчимо наш підсумковий підхід до семантики, семантики дії.

В роботі сформована класифікація взаємодії різних методів опису семантики мов програмування та побудований куб гібридизації основних парадигм програмування. Приведені принципи гібридизації формальних систем і функційних елементів для подальшого конструювання programming language from scratch..

- 1. Баклан І. В., Баклан Я. І. Термінологічний підхід шлях від метамови до систем інтелектуального перекладу. *Искусственный интеллект*, № 3, 2000. С. 412-420.
- 2. Очеретяний О.К., Баклан І.В. Шляхи гібридизації мов програмування. *Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту: матеріали міжнар. наук. конф., с. Залізний Порт*, 21-25 травня 2019 р. Херсон: Видавництво ФОП Вишемирський В. С., 2019. С.135-136.

УДК 004.023

П.М. Радюк

Хмельницький національний університет radiukpavlo@gmail.com

### СТРАТЕГІЯ ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНОЇ АРХІТЕКТУРИ ЗГОРТКОВОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

На сьогодні, задачі автоматичного пошуку архітектур нейронних мереж стають усе більш актуальними. Основною метрикою оцінювання оптимізації нейронних архітектур залишається ефективність алгоритму пошуку, іншими словами, точність роботи методу пошуку на тестовому наборі даних [1], [2]. Проте, різні прикладні завдання можуть висувати різні вимоги до методів рішення, що грунтуються на нейронних мережах. До таких вимог відносять точність виконання алгоритму, обчислювальні витрати, витрати оперативної пам'яті, вага моделі з підлаштованими вагами тощо [3]. Тому, для пошуку оптимальної архітектури згорткової нейронної мережі необхідно розглядати набір критеріїв, що оцінюють корінь проблеми автоматичного пошуку, а саме кількість ручних змін у методі для його подальшої реалізації в прикладних завданнях.

Значною проблемою автоматичного пошуку нейронних архітектур є відтворюваність результатів. Ефективність роботи моделей значно варіюється під впливом стохастичних процесів предметної області [4]. Дослідники часто розглядають оцінку дисперсії ефективності під час багаторазового навчання, як важливий критерій правильного вибору архітектури-кандидата для пошуку оптимальної архітектури [5]. Іншим важливим відкритим питанням залишається рівень внесення ручних змін у процес пошуку. Зменшення рівня людського втручання є основним завданням автоматичного пошуку. Проте, запропоновані на сьогодні оцінки зазвичай зосереджуються на ефективності роботи нейронної мережі. Вони не враховують таких чинників, як, наприклад, необхідний рівень знань про предметну область та рівень витрачених зусиль для застосування методу до іншого набору даних або до проблеми. Наявні методи автоматичного пошуку суттєво відрізняються за цими чинниками. Тому дисперсію ефективності та рівень ручних змін варто враховувати для оцінювання оптимальності знайденої архітектури в результаті автоматичного пошуку.

Для вирішення описаних вище питань, ми пропонуємо нову стратегію оцінювання методів автоматичного пошуку, і, як наслідок, набір критеріїв для визначення оптимальної архітектури:

Висунення вимог. Перша за все, необхідно попередньо визначити ознаки оптимальності архітектури-кандидата.

Проектування простору пошуку. Необхідно перевірити чи покладається запропонована процедура евристичного пошуку на нестандартні пошукові простори. Використання стандартних ручних пошукових просторів знижує ефект стратегії пошуку.

Процедура навчання. Варто перевірити чи може визначена архітектура-кандидат навчатися стандартним чином чи потрібно використати конкретну стратегію навчання. Подібно до типу використовуваного простору пошуку, це питання також спрямоване на відмежування кінцевої ефективності моделі від основних стратегій тренувань.

Пристосовуваність до нових змін. Потрібно заздалегідь врахувати обчислювальну вартість будь-яких людських втручань. Процедура пошуку може повторюватися або з нуля, або з використанням попереднього знання шляхом застосування додаткових методів.

Доступність коду. Методи автоматичного пошуку архітектур вкрай важко відтворюються, і їхня ефективність міцно зав'язана на деталях впровадження. Тому наявність обчислювального коду у відкритому доступі  $\epsilon$  важливим чинником для вимірювання рівня зусиль, необхідних для відтворення методу.

У даній роботі, проаналізовано стратегії оцінки автоматичного пошуку архітектур нейронних мереж і пропонуємо набір критеріїв, що враховують складність застосування цих методів в реальних сценаріях. Хоча точність виконання алгоритму пошуку є важливою

метрикою, методи автоматичного пошуку також повинні зменшувати зусилля для впровадження нейронних мереж у прикладних завданнях. Як наслідок, у роботі представлено покрокову стратегію для оцінки обсягу ручних змін, необхідних для проектування методів автоматичного пошуку.

- 1. Tan, M., Le, Q. V. EfficientNet: rethinking model scaling for convolutional neural networks. *Proceedings of the 36th International Conference on Machine Learning*, June 2019, Long Beach, California, PMLR 97, 2019. P. 10691–10700.
- 2. Jiang, W., Zhang, X., Sha, E. H.-M., et al. Accuracy vs. Efficiency: Achieving both through FPGA-implementation aware neural architecture search: *Proceedings of the 56th Annual Design Automation Conference 2019*, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, 19. P. 1–6. https://doi.org/10.1145/3316781.3317757
- 3. Hyatt, J. S., Lee, M. S. Requirements for developing robust neural networks. 2019. Preprint: arXiv:1910.02125.
- 4. Belli, M. R., Conti, M., Crippa, P., et al. Artificial neural networks as approximators of stochastic processes. *Neural Networks*. 1999. Vol. 12, No. 4. P. 647–658. https://doi.org/10.1016/S0893-6080(99)00017-9
- 5. Defazio, A., Bottou, L. On the ineffectiveness of variance reduced optimization for deep learning. 2018. Preprint: arXiv:1812.04529.

УДК 621.856.8+62-503.5

### С.В. Ревенко, Е.Д. Тоуфак, Ю.О. Лебеденко

Херсонський національний технічний університет serjrevenko@gmail.com

### ОПТИМІЗАЦІЯ БАГАТОПРИВОДНИХ УСТАНОВОК З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Каркасні багатоприводні установки  $\epsilon$  універсальними засобами для ефективного вирішення багатьох промислових задач. У процесі вибору конструктивної схеми чи компоновки такого обладнання виникають складнощі, пов'язані з розташуванням приводів. Щоб ефективно виконувати поставлені цілі, такі установки мають бути обладнані сучасними комп'ютеризованими системами керування.

В проектуванні каркасних установок виконується аналіз кінематичних закономірностей для обраної конструкції, а саме: діапазони переміщення та плани швидкостей рухомих елементів конструкції. Крім того, необхідно враховувати пружні деформації та люфти, що виникають при русі конструкції, а також динаміку приводних двигунів.

Розберемо рух і механіку каркасної установки паралельної структури, яка розроблена і сконструйована в Херсонському національному технічному університеті. Кінематична схема симетричною каркасної конструкції з двома направляючими стержнями показана на рис. 1.

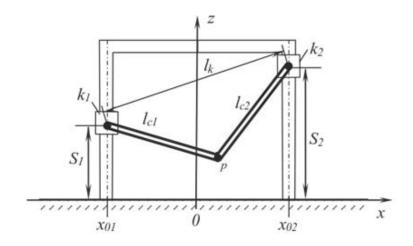


Рис. 1 – Кінематична схема каркасної конструкції

Позначки на рисунку:  $l_{c1}$ ,  $l_{c2}$  - довжини стрижнів, відстань між опорами  $d=-x_{01}=x_{02}$ ,  $S_{01}$  і  $S_{02}$  - положення кареток  $k_1$  і  $k_2$ . Положення робочого майданчика можна визначити з аналітичного опису зв'язку координат конструкції [1], динаміка руху маніпулятора описується системою диференціальних рівнянь, отриманих за допомогою рівнянь Лагранжа з невизначеними множниками [2]:

$$\begin{cases} x_1 = x_2, \\ x_2 = \frac{F_1}{m} \cdot \sin^2 \alpha_1 + \frac{F_2}{m} \cdot \sin^2 \alpha_2, \\ x_3 = x_4, \\ x_4 = \frac{F_1}{m} \cdot \sin \alpha_1 \cdot \cos \alpha_1 + \frac{F_2}{m} \cdot \sin^2 \alpha_2 \cdot \cos \alpha_2. \end{cases}$$

$$(1)$$

де  $x_1 = x_2$ ;  $x_3 = z$ ;  $F_1$ ,  $F_2$  — сили в ланках маніпулятора. Для визначення функцій  $x_{2S-1}(t)$ , S=1,2, що переводять схват маніпулятора з початкового положення в кінцевий за час Tu, необхідно мінімізувати функціонал:

$$J = \int_{0}^{T} \left[ x_{2}^{2} + x_{4}^{2} \right] dt \rightarrow \min.$$
 (2)

при граничних умовах:  $x_{2S-1}(0) = x_{2S-1,0}$  і  $x_{2S-1}(E) = x_{2S-1,T}$ , а також  $x_{2S}(0) = x_{2S}(T) = 0$ .

Результатом розв'язання задачі оптимального керування  $\epsilon$ 

$$\varphi(t) = \frac{\varphi(T)}{6T^3}t^3 - \frac{1}{4T^2}\varphi(T)t^2 + \varphi(0). \tag{3}$$

Далі для кожного t = T можна визначити невідоме значення кута повороту в кінцевий момент часу  $\varphi(t)$ .

Даний спосіб оптимізації  $\epsilon$  ефективним, проте вимагає великої кількості математичних дій та обчислень, що утруднює його використання у системах керування багатоприводними системами каркасною конструкції у реальному часі. Крім того, така оптимізація припускає, що вплив нелінійностей на рух робочого органу незначний і ним можна зневажати [3]. Оптимізувати роботу та знизити вплив люфтів в роботі багатоприводної установки з використанням крокових двигунів можна також із застосування нечітких регуляторів.

Нечіткий контролер дозволяє адаптувати параметри контролера до зміни характеристик об'єкта [4]. Коефіцієнти адаптивного PID-регулятора [5] вибираються на основі нечіткого виводу з аналізу двох вхідних величин: нормалізованої миттєвої квадратичної помилки  $\delta^2$  є (-1; 1), відповідної лінгвістичної змінної  $E = \{L, M, H\}$  і швидкості навантаження  $\delta$ ', що відповідає  $S = \{L, M, H\}$ . Вихідні величини - це коефіцієнти пропорційної Kр, інтегральної Kі та диференціальної компонентів Kd регулятора. Кожна вихідна лінгвістична змінна приймає значення  $\{1, 2, 3\}$ , відповідні малим, середнім та високим значенням коефіцієнтів. Межі зміни коефіцієнтів, при яких забезпечується стійкість закритої системи, визначаються методом комп'ютерного моделювання. За допомогою нечіткості числові значення вхідних змінних системи нечітких висновків встановлюються відповідно до значень функції належності відповідних лінгвістичних змінних, що відповідають їм. Відповідна модель показана в програмному пакеті Simulink (рис.2).

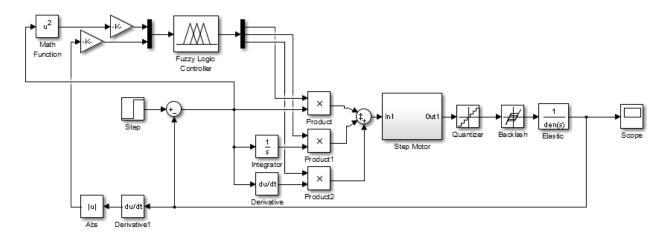


Рис. 2 - Структурна схема моделі нечіткого PID-контролера крокового двигуна багатоприводної системи каркасної конструкції

Система виводу базується на моделі Мамдані. Функції, згенеровані для нечіткої моделі показані на рис.3:

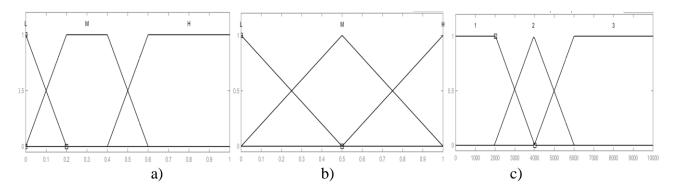


Рис. 3 - Функції, згенеровані для нечіткої моделі  $K_p$ : a - вхід E, b - вхід S, c - вихід  $K_p$ 

Правила визначення пропорційної кількості  $K_p$  представлена в таблиці 1.

Таблиця 1 - Правила визначення пропорційної кількості Кр

E S	L	M	Н
L	3	1	1
M	2	2	1
Н	3	2	1

Представлена методика дозволяє оптимізувати роботу багатопривідної установки, підвищити швидкодію та мінімізувати динамічні помилки при відпрацюванні програмних рухів.

Результати досліджень з нечітким контролером дозволяють виправляти помилки позиціонування робочого органу установки каркасної конструкції. Надалі отриманий регулятор слід дослідити методами комп'ютерного моделювання з метою визначення оптимальних параметрів з точки зору точності переміщення робочого інструменту.

- 1. Рудакова Г.В., Русанов С.А., Ревенко С.В. Розробка спеціалізованого програмного забезпечення для проектування каркасних установок з механізмами паралельної структури. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2017. № 4. С. 181-187.
- 2. Ревенко С.В., Тоуфак Е.Р., Лебеденко Ю.О. Оптимальне керування багатоприводною системою каркасної установки паралельної конструкції. *Системні технології*, 5 (130), 2020, С. 23-29. DOI 10.34185/1562-9945-5-130-2020-03.
- 3. Дьяшкин-Титов В.В., Павловский В.Е. Задача оптимального управления перемещением схвата манипулятора-трипода. *Известия нижневолжского агроуниверситетского комплекса*. № 4 (36), 2014, С. 1–6.
- 4. A. Morar, Stepper motor model for dynamic simulation. *University of Targue-Mures*, vol. 44, no. 2, pp. 117-122, June 2003.
- 5. Ревенко С.В., Рудакова А.В., Омельчук А.А. Компьютеризированная система управления многоприводной каркасной установкой. *Матеріали V Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених з автоматичного управління присвяченої дню космонавтики*, 12 квітня 2017р., Херсон, С. 216-218.

# СЕКЦІЯ «КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ ПЕРЕТВОРЕННЯ ТА ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ»

УДК 004.056

Л.А. Ассева

Державний університет телекомунікацій, м. Київ aseewal@i.ua

### ПІДХОДИ ДО КЛАСИФІКАЦІЇ СКЛАДОВИХ НЕБЕЗПЕКИ ПРИ ПОБУДОВИ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЮ БЕЗПЕКОЮ ПІДПРИЄМСТВ

Використання заходів для досягнення цілей інформаційної безпеки, що формують тріаду з забезпечення конфіденційності, цілісності та доступності інформації, є основним підходом у створенні систем управління захистом інформації [1]. Незважаючи на розмір підприємства, чи є воно великою корпорацією чи мікро-бізнесом, воно вірогідно може стати об'єктом атаки [2]. Для побудови та вдосконалення системи інформаційної безпеки підприємств необхідно проаналізувати основні складові небезпеки.

Метою даної роботи  $\varepsilon$  аналіз основних складових небезпеки при побудові системи управління інформаційною безпекою підприємства. При розгляді деяких різновидів атак, вразливостей і загроз, які  $\varepsilon$  основними складовими кібербезпеки, можна використовувати поширені списки та класифікатори, що дозволяють професійній спільноті застосовувати їх для опису та дослідження складових небезпеки підприємства.

Призначений для розробників і фахівців з безпеки програмного забезпечення загальний перелік вразливостей і недоліків програмного забезпечення CWE (Common Weakness Enumeration) створено й поширено в фаховому середовищі у вигляді ієрархічного словника [3]. CWE є спробою стандартизації в описанні недоліків в таких продуктах як веб-додатки і програмне забезпечення, організації апаратного забезпечення та концепцій досліджень життєвого циклу інформаційних систем.

Важливим для ефективної кібербезпеки є розуміння того, як діє зловмисник, тому цей класифікатор є систематизацію і описом загальних елементів і методів, що використовуються при атаках на вразливі компоненти. В ході вдосконалення СWE з'явилася ще одна класифікація, схожа з СWE за структурою - CAPEC (Common Attack Pattern Enumeration and Classification) [4], яка систематизує список шаблонів та категорій атак. Список може бути відображений через так звані механізми атак чи об'єктів (або доменів) атак. При безпосередньому описі шаблону атаки позначений взаємозв'язок між названими відображеннями. Опис кожного шаблону містить наступні елементи: короткий опис можливих дій зловмисника, тип важкості, перелік відносин зі схожими шаблонами, передумови, що визначають можливість атаки, відповідність ресурсів, на які спирається механізм атаки, аналізуючи які можна посилатись на відповідні вразливості у СWE. Використовуючи разом, СWE та CAPEC надають розуміння та попередження розробникам програмного та апаратного забезпечення всіх рівнів щодо того, де та як їх програмне та апаратне забезпечення можуть бути атаковані, тим самим супроводжують їх необхідною інформацією, яка допомогає їм створити більш захищене програмне забезпечення та обладнання.

Результати даної роботи можуть бути застосовані для аналізу існуючих загроз інформаційної безпеки та формалізації складових системи управління інформаційної безпеки окремого підприємства. Ця класифікація може бути використана аналітиками, розробниками, тестувальниками та педагогами для просування накопичених знань спільноти та підвищення рівня захисту інформації.

- 1. Kevin Granville "Recent cyberattacks". URL: https://www.nytimes.com/interactive/2015/02/05/technology /recent-cyberattacks.html?\_r=1 ((дата звернення 05.02.2015).
- 2. James A. Lewis "Rethinking Cybersecurity: Stratedy, Mass Effect and States". CSIS. Jan. 2018. 50c.
- 3. CWE List .View the List of Weaknesses. URL: https://cwe.mitre.org/data/index.html (дата звернення 13.04.2018).
- 4. CAPEC List. View the List of Attack Patterns. URL: https://capec.mitre.org/ (дата звернення 30.01.2020)

УДК 004.057.4

І.С. Богданов, В.М. Козел

Херсонський національний технічний університет asdfgligor@gmail.com

### ПОТОЧНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СЕРВЕРІВ ДОМЕННИХ ІМЕН

Смерть мережевого нейтралітету [1][2] і ослаблення правил для інтернет-провайдерів з обробки мережевого трафіку викликали чимало побоювань з приводу конфіденційності. У провайдерів (і інших сторонніх осіб, які спостерігають за які проходять трафіком) вже давно  $\varepsilon$  інструмент, що дозволяє легко відстежувати поведінку людей в інтернеті: це їх сервери доменних імен (DNS).

DNS — це телефонний довідник Мережі, що видає фактичний мережеву адресу ІР, пов'язаний з хостингом і доменними іменами сайтів та інших інтернет-служб. Наприклад, він перетворює kntu.net.ua в 212.111.209.9. Ваш інтернет-провайдер пропонує DNS в пакеті послуг, але він також може вести логи DNS-трафіка - по суті, записувати історію дій в інтернеті.

Для користувачів підключити DNS-шифрування не так просто, як змінити адресу в налаштуваннях мережі. В даний час жодна ОС безпосередньо не підтримує шифрування DNS без додаткового програмного забезпечення. І не всі сервіси однакові з точки зору простоти використання і продуктивності.

З огляду на важливість питання - останнім часом у всіх новинах кажуть про перетворення призначених для користувача даних в продукт — тож з'ясуємо, як працює DNS-шифрування. У підсумку розглянемо три протоколи DNS-шифрування: DNSCrypt, DNS по TLS і DNS по HTTPS.

Є багато причин для кращого захисту DNS-трафіку. Хоча веб-трафік і інші комунікації можуть бути захищені криптографічними протоколами, такими як Transport Layer Security (TLS), але майже весь трафік DNS передається незашифрованим. Це означає, що ваш провайдер (або хтось інший між вами і інтернетом) може реєструвати відвідувані сайти навіть при роботі через сторонній DNS - і використовувати ці даних в своїх інтересах, включаючи фільтрацію контента і збір даних в рекламних цілях. Проблема особливо помітна в країнах, де влада більш вороже ставляться до інтернету.

Крім пасивного прослуховування  $\varepsilon$  загроза більш активних атак на ваш DNS-трафік - спуфинг DNS-сервера з боку провайдера або спецслужб з перенаправленням на власний сервер для відстеження або блокування трафіку. Щось подібне, схоже, відбувається з випадковим перенаправленням трафіку на адресу 1.1.1.1 з мережі AT&T, судячи з повідомлень на форумах DSLReports [3].

Найбільш очевидний спосіб ухилення від стеження - використання VPN. Але хоча VPN приховують вміст вашого трафіку, для підключення до VPN може знадобитися запит DNS. І в ході VPN-сеансу запити DNS теж можуть іноді направлятися веб-браузерами або іншим софтом за межі VPN-тунелю, створюючи «DNS leak» [4], які розкривають відвідані сайти.

Ось де вступають в гру протоколи шифрування DNS: це DNSCrypt (серед інших, його підтримує OpenDNS від Cisco), DNS по TLS (підтримується Cloudflare, Google, Quad9, OpenDNS) і DNS по HTTPS (підтримується Cloudflare, Google і сервісом CleanBrowsing). Шифрування гарантує, що трафік не просканують і не змінять, і що запити не отримає і не обробить підроблений DNS-сервер. Це захищає від атак МіТМ і шпигунства. DNS-проксі з однією з цих служб (безпосередньо на пристрої або на «сервері» в локальній мережі) допоможе запобітти DNS-витоку через VPN.

Для шифрування DNS, краще взяти для DNS-сервера в домашній мережі Raspberry Pi. Налаштування одного з перерахованих клієнтів - це вже досить хакерства, щоб не захотіти повторювати процес заново. Простіше запитати налаштування DHCP по локальній мережі - і вказати всім комп'ютерам на одну успішну установку DNS-сервера.

*DNSCrypt*. Вперше представлений в 2008 році на BSD Unix, інструмент DNSCrypt спочатку призначався для захисту не від прослуховування, а від DNS-спуфинга. Проте, його можна використовувати як частину системи забезпечення конфіденційності - особливо в поєднанні з DNS-сервером без логів. Як зазначив розробник DNSCrypt Френк Денис, набагато більше серверів підтримують DNSCrypt, ніж будь-який інший вид шифрування DNS.

«DNSCrypt – це трохи більше, ніж просто протокол, - каже Френк Денис. - Зараз співтовариство і активні проекти характеризують його набагато краще, ніж мій початковий протокол, розроблений у вихідні ». Спільнота DNSCrypt створило прості у використанні клієнти, такі як Simple DNSCrypt для Windows і клієнт для Apple iOS під назвою DNS Cloak, що робить шифрування DNS доступніше для нетехнічних людей. Інші активісти стоврили незалежну мережу приватних DNS-серверів на основі протоколу, який допомагає користувачам ухилитися від використання корпоративних DNS-систем.

При перших запитах продуктивність DNSCrypt виявилася трохи гірше, ніж у звичайного DNS, але потім DNSCrypt Proxy кеширує результати. Найповільніші запити оброблялися в районі 200 мс, в той час як середні - приблизно за 30 мс. (У вас результати можуть відрізнятися в залежності від провайдера, рекурсії при пошуку домену та інших факторів). В цілому, я не помітив уповільнення швидкості при перегляді веб-сторінок.

Основна перевага DNSCrypt в тому, що він схожий на «звичайний» DNS. Добре це чи погано, але він передає UDP-трафік по порту 443 - той же порт використовується для безпечних веб-з'єднань. Це дає відносно швидкий резолвінг адрес і знижує ймовірність блокування на брандмауера провайдера. Щоб ще більше знизити ймовірність блокування, можна змінити конфігурацію клієнта і передавати запити по TCP / IP (як показало тестування, це мінімально впливає на час відгуку). Так шифрований DNS-трафік для більшості мережевих фільтрів схожий на трафік HTTPS.

3 іншого боку, DNSCrypt для шифрування не покладається на довірені центри сертифікації - клієнт повинен довіряти відкритому ключу підписи, виданим провайдером. Цей ключ підпису використовується для перевірки сертифікатів, які витягуються з допомогою звичайних (нешифрованих) DNS-запитів.

Розробник каже, що DNSCrypt ніколи не вважався стандартом IETF, тому що був створений добровольцями. Подання його в якості стандарту «зажадало б часу, а також захисту на засіданнях IETF», - сказав він. «Я не можу собі цього дозволити, як і інші розробники, які працюють над ним у вільний час. Практично всі ратифіковані специфікації, пов'язані з DNS, фактично написані людьми з одних і тих же кількох компаній, з року в рік. Якщо ваш бізнес не пов'язаний з DNS, то дійсно важко отримати право голосу».

DNS over TLS. У DNS по TLS (Transport Layer Security) кілька переваг перед DNSCrypt. По-перше, це пропонований стандарт IETF [5]. Також він досить просто працює за своєю суттю - приймає запити стандартного формату DNS і інкапсулює їх в зашифрований TCP-трафік. Крім шифрування на основі TLS, це по суті те ж саме, що і відправка DNS по TCP / IP замість UDP.

Після встановлення ТСР-з'єднання клієнта з сервером через порт 853 сервер представляє свій сертифікат, а клієнт звіряє його з хешем. Якщо все в порядку, то клієнт і сервер виробляють рукостискання TLS, обмінюються ключами і запускають зашифрований сеанс зв'язку. З цього моменту дані в зашифрованою сесії слідують тим же правилам, що і в DNS по TCP.

Хоча DNS по TLS може працювати як DNS по TCP, але шифрування TLS трохи позначається на продуктивності. Запити dig до Cloudflare через Stubby виконуються в середньому близько 50 мілісекунд (у вас результат може відрізнятися), в той час як прості DNS-запити до Cloudflare отримують відповідь менш ніж за 20 мс.

Частково уповільнення роботи відбувається на стороні сервера через зайву використання TCP. Зазвичай DNS працює по швидкому протоколу UDP: відправив і забув, в той час як повідомлення TCP вимагає узгодження з'єднання і перевірки отримання пакету. Заснована на

UDP версія DNS по TLS під назвою DNS over Datagram Transport Layer Security (DTLS) зараз в експериментальній розробці - вона може збільшити продуктивність протоколу.

Тут теж є проблема з керуванням сертифікатами. Якщо провайдер видалить сертифікат і почне використовувати новий, то в даний час немає чистого способу поновлення даних SPKI на клієнтах, крім вирізання старого і вставки нового сертифіката в файл конфігурації. Перш ніж з цим розберуться, було б корисно використовувати якусь схему управління ключами. І оскільки сервіс працює на рідкому порту 853, то з високою ймовірністю DNS по TLS можуть заблокувати на брандмауера.

DNS over HTTPS. I Google, i Cloudflare, здається, бачать протокол DNS по HTTPS, також відомий як DoH, як найперспективніший варіант для шифрування DNS. Опублікований у вигляді чернетки стандарту IETF, протокол DoH инкапсулює DNS-запити в пакети HTTPS, перетворення їх в звичайний зашифрований веб-трафік.

Запити відправляються як HTTP POST або GET з тілом в форматі повідомлення DNS (датаграми зі звичайних DNS-запитів) або як запит HTTP GET в форматі JSON (якщо ви не проти невеликих оверхедів). І тут немає ніяких проблем з управлінням сертифікатами. Як і при звичайному веб-трафіку HTTPS, для підключення через DoH не потрібно утентифікація, а сертифікат перевіряється центром сертифікації. HTTPS - досить громіздкий протокол для запитів DNS, особливо в форматі JSON, тому доведеться змиритися з деяким зниженням продуктивності.

Порівняльна характеристика протоколів після їх аналізу наведена в таблиці 1.

	DNSCrypt	DNS over TLS	DNS over HTTPS
Наявність специфікації	-	+	+
Простота використання	+	-	+
Швидкість	+	-	-
Неможливість простого блокування	+	-	+

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика протоколів

Виходячи з таблиці порівняння характеристик протоколів можна зробити наступні висновки: аутсайдером  $\epsilon$  DNS over TLS, що ма $\epsilon$  проблеми з швидкістю роботи та може бути заблокований без особливих зусиль, а лідером серед представлених протоколів  $\epsilon$  DNS over HTTPS. Його найближчий конкурент DNSCrypt хоч і ма $\epsilon$  перевагу у швидкості роботи, на відміну від DNS over HTTPS, не ма $\epsilon$  готової специфікації та підтримується лише спільнотою.

- 1. Ars technica. URL: https://arstechnica.com/tech-policy/2017/12/goodbye-net-neutrality-ajit-pais-fcc-votes-to-allow-blocking-and-throttling.
- 2. Президент України. Офіційне інтернет-представництво. URL: https://www.president.gov.ua/documents/1332017-21850.
- 3. DSLReports. URL: https://www.dslreports.com/forum/r31901379-AT-T-gateway-5268ac-maybe-others-misrouting-1-1-1-0-24.
- 4. DNS leak test. URL: https://www.dnsleaktest.com/what-is-a-dns-leak.html.
- $5. \qquad RFC\ Editor.\ URL:\ https://www.rfc-editor.org/info/rfc8310.$

УДК 53.087.4

### В.С. Димов, С.В. Кандауров

Херсонський національний технічний університет 19valdemaar76@gmail.com

### СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ ДАЛЬНОСТІ ДО РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ, ЇХ ШВИДКОСТІ ТА КООРДИНАТ

Використання глобальних супутникових навігаційних систем знаходить все більше можливостей у застосуванні для визначення місця розташування в системах відслідковування рухомих об'єктів. Стрімкий розвиток та розповсюдження сучасних систем супутникового моніторингу тісно пов'язані з підвищенням достовірності та точності отримуваних навігаційних даних. Тема застосування систем навігації є актуальною та перспективною в області моніторингу місця розташування рухомих об'єктів, їх швидкості та координат. Навігаційні системи мають досить широкий спектр застосування у будь-якій області корисній для користувача.

Основним завданням проведеної роботи було дослідження методів та комп'ютерних засобів дистанційного контролю дальності до рухомих об'єктів, їх швидкості та координат, а також розробка структури в алгоритму роботи радіолокаційної системи (РЛС), яка повинна виконувати вказані дії. РЛС повинна визначати відстань до об'єкта в діапазоні від 200 до 2000 метрів, вимірювати його швидкість від 0 до 300 км/год з відносною похибкою не більше 1% і просторові координати з точністю до 100 м.

При виконанні роботи проаналізовані існуючі методи вимірювання дальності до рухомого об'єкту, його швидкості та поточних координат [1-4].

Обрано фазовий метод для вимірювання дальності до рухомого об'єкту, Допплерівський метод з імпульсним випромінюванням. Перевагами цього методу є: використання однієї антени, внаслідок чого досягається малогабаритність системи, за рахунок того, що не потрібно розносити антени для прийому і передачі (як в радіолокаційних системах з безперервним випромінюванням); одночасне вимірювання швидкості і дальності, за рахунок чого досягається простота РЛС; найбільш просто вирішується завдання розділення передавального і приймального каналів.

Для визначення координат об'єкту обрано азимутальний метод (для близьких відстаней). Для великих відстаней запропоновано використання системи GPS-навігації [5].

Структура системи наведена на рис. 1. Система складається з двох підсистем: підсистема А вимірює відстань до цілі, її швидкість та пеленг, і отриману інформацію передає до підсистеми Б. Підсистема Б вимірює координати РЛС і за допомогою інформації отриманої з підсистеми А, визначає координати цілі. Параметри цілі записуються на зовнішній носій, наприклад FLASH-накопичувач.

Для розробленої структури описані і обрані основні комплектуючі елементи мікропроцесорних систем, згідно з якими розроблені електричні принципіальні схеми двох підсистем на мікропроцесорних контролерах, які мають зв'язок з комп'ютером за допомогою стандартного інтерфейсу, наприклад RS-485. Для систем ще більшого масштабу можна використовувати стандартні засоби взаємодії через мережу Internet.

Виконаний розрахунок технічних показників РЛС і радіолокаційного приймача [3, 4], а саме:

- 1. Максимальна дальність дії системи.
- 2. Реальна точність вимірювання дальності і азимуту.
- 3. Основні параметри радіолокаційного приймача:
  - 3.1. Смуга пропускання приймача.
  - 3.2. Гранична чутливість приймача.
  - 3.3. Коефіцієнт посилення підсилювача проміжної частоти.
  - 3.4. Потужність сигналу вхідного ланцюга підсилювача проміжної частоти.

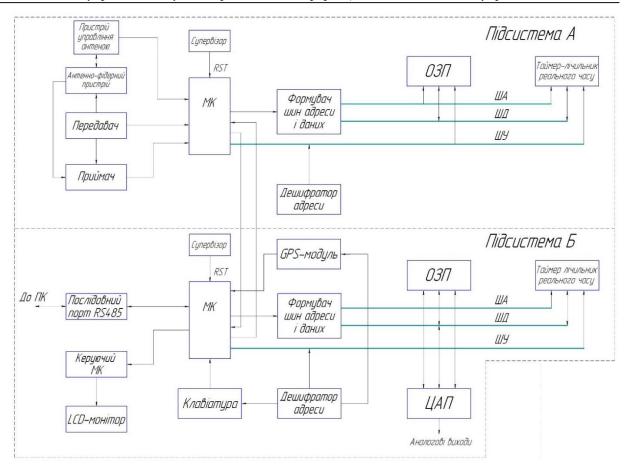


Рис.1 – Структурна схема системи:

МК – мікроконтролер,

ОЗП – оперативний запам'ятовуючий пристрій,

ПК – персональний комп'ютер,

ЦАП – цифро-аналоговий перетворювач,

ШД – шина даних,

ША – шина адреси,

ШУ – шина управління

Розроблений алгоритм роботи системи, який має модульну структуру. Розроблені: загальний алгоритму роботи; підпрограми вимірювання дальності до об'єкту, вимірювання швидкості об'єкту, визначення азимуту, обчислення координат об'єкту, обміну інформацією з комп'ютером, виводу інформації на LCD-індікатор.

Наукова новизна роботи полягає в розробці комплексної комп'ютерної системи вимірювання дальності до об'єкта, що рухається, його швидкості і координат, яка відображає поточні параметри руху цілі на LCD-моніторі.

Практична значимість роботи полягає в тому, що її результати можуть знайти широке застосування в дорожній поліції (для виявлення правопорушників), в Рибнагляді (для відстеження та арешту браконьєрів), у прикордонних військах, для відстеження міграції тварин та інших галузях.

- 1. Финкельштейн М. И. Основы радиолокации: Учебник для вузов. М.: Радио и связь, 1983. 536с.
- 2. Бакулев П.А. Радиолокационные системы. Учебник для вузов. М.: Радиотехника. 2004, 320 с.
- 3. Белоцерковский  $\Gamma$ . Б. Основы радиолокации и радиолокационные устройства. М., «Сов. радио», 1975, 336 с.
- 4. Радиотехнические системы. URL: http://alnam.ru/book\_rts.php?id=1 (дата звернення 18.10.19).
- 5. Системы GPS и "Глонасс". URL: http://kunegin.narod.ru/ref/gps\_v/osnov.htm (дата звернення 20.10.19).
- 6. Марасанов В.В., Дымова А.О., Дымов В.С. Исследование на чувствительность моделей динамических систем, полученных проекционным методом. *Проблеми інформаційних технологій*. Херсон. 2016. №1(019).С. 169-173.

УДК 004.6

### В.О. Киричук, М.В. Сидорук

Херсонський національний технічний університет vad\_kirichuk@ukr.net

### ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ БАНКІВСЬКИХ СИСТЕМ

У сучасному світі зберігання банківської інформації, її вартість і значимість багаторазово зросли, що, в свою чергу, не могло не привернути зростання злочинного інтересу до неї.. Для здійснення крадіжки і злому банківської системи зловмисникові зовсім не обов'язково вриватися в банк. Здійснити злом користувач мережі може зі свого персонального комп'ютера, тому проблема питання інформаційної безпеки в банках стоїть досить гостро.

Банківські інформаційні системи та бази даних містять конфіденційну інформацію про клієнтів банку, стан їхніх рахунків і проведенні різних фінансових операцій [1]. Необхідність зберігати інформаційну безпеку цих даних очевидна, але без швидкого і своєчасного обміну та обробки інформації банківська система дасть збій. В табл.1 вказані основні типи і суб'єкти загроз для комп'ютерних систем.

Тип загроз	Спеціаліст з обслуговування Керівник		Програміст Конкурен	
Зміна коду			+	
Копіювання файлів	+	+	+	
Видалення файлів			+	
Шпіонаж	+	+	+	
Встановлення підслуховування	+	+	+	+
Продаж даних	+	+	+	+
Крадіжка	+	+	+	+

Таблиця 1 – Основні типи загроз банківської системи

Тому необхідна ціла структура, яка зможе забезпечити захист банківської інформації та конфіденційність клієнтської бази.

Послідовність заходів щодо захисту цих даних можна представити таким чином:

- оцінка і розробка конфіденційної інформації;
- обладнання об'єкта для здійснення захисту;
- контроль ефективності вжитих заходів.

Банківська організація може повноцінно здійснювати свою діяльність лише в разі налагодженого обміну внутрішніми даними і надійною системою захисту. Устаткування інформаційного захисту банківських об'єктів може мати різні форми. Розробка комплексу захисних заходів щодо запобігання порушенню конфіденційності даних включає в себе ряд певних дій (рис.1).

Незважаючи на безліч можливостей злому і витоку інформації, безпеку банківських даних і їх конфіденційність забезпечити цілком можливо. Сучасні методи дозволили удосконалити систему криптографії, а також реалізувати таку міру, як електронний цифровий підпис (ЕЦП). Вона служить аналогом власноручного підпису і має безпосередній прив'язку до електронного ключа, який зберігається у власника підпису.

Існує ряд основних принципів, згідно з якими здійснюється забезпечення інформаційної безпеки банку [2]:

- своєчасне встановлення та виявлення проблем;
- можливість прогнозування розвитку;
- актуальність і ефективність вжитих заходів.

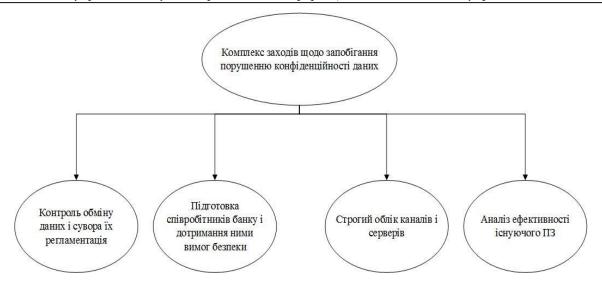


Рис.1 – Розробка комплексу захисних заходів [3]

Також необхідно особливо підкреслити важливість ретельної і регулярної роботи з персоналом, оскільки забезпечення безпеки інформації багато в чому залежить від якісного і акуратного виконання вимог, що пред'являються службою безпеки. Людський фактор  $\varepsilon$  основною і головною загрозою інформаційної безпеки, яка прямо залежить від людських відносин. Велика частина витоку інформації пояснюється халатністю персоналу банку.

Крім внутрішнього чинника, існує також технічна загроза інформаційній безпеці як банків так і підприємств. До технічних загроз відносяться зломи інформаційних систем, особами, які не мають прямого доступу до системи, кримінальними або конкуруючими організаціями. Отримання інформації в даному випадку проводиться із застосуванням спеціальної аудіо або відео апаратури.

Однією з сучасних форм злому є використання електричних та електромагнітних випромінювань, що забезпечують зловмисникам можливість отримання конфіденційної інформації, ЕЦП і представляють технічну загрозу витоку.

Небезпеку і загрозу для програмного забезпечення можуть представляти також різні шкідливі для носія інформації комп'ютерні віруси, програмні закладки, які здатні зруйнувати введені коди.

Захистити банківську інформацію від внутрішніх і зовнішніх витоків допоможе грамотний фахівець в цій області і програмне забезпечення, що дозволяє відстежувати і блокувати передачу інформації на знімні носії.

Можна відзначити, що в силу економічної важливості банківських систем, забезпечення їх інформаційної безпеки  $\epsilon$  обов'язковою умовою. Оскільки інформація, що знаходиться в базі даних банків явля $\epsilon$  собою реальну матеріальну вартість, вимоги до зберігання та обробки цієї інформації завжди будуть підвищеними. Специфіка та особливості системи забезпечення безпеки, безумовно, індивідуальні для кожного окремого банку, тому комплексне і професійне надання систем захисту  $\epsilon$  необхідною умовою роботи всієї банківської системи.

- 1. Напора І. Ю. Інформаційна безпека банківських установ як об'єкт наукових досліджень. *Вісник черкаського університету. Серія: Економічні науки.* 2014. №39 (332). С. 77-80.
- 2. Мельник С. І. Формування системи економічної безпеки банку. *Вісник економіки транспорту і промисловості.* 2010. № 29. С. 149-152.
- 3. Кириченко О. С. Сутність управління системою економічної безпеки суб'єктів господарювання. *Теоретичні і практичні аспекти економіки і інтелектуальної власності.* 2012. Випуск 1. Том 1. С. 265-270. URL: http://www.nbuv.gov.ua/old\_jrn/Soc\_Gum/Tpaeiv/2012\_1\_1/46.pdf.

УДК 004.4

### О.К. Очеретяний, В.М.Каджая, І.В.Баклан

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" iaa@ukr.net

### ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ ГІБРИДНОЇ МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ

Дана мова була створена для загального призначення, яка орієнтована на пошук синтаксичних помилок в коді. У мові Кијіга існує unittest, за допомогою якого можна запускати автоматичні тести для впевненості в тому, що програма працює, як було задумано розробником.

Кожна мова програмування може бути описана певною граматикою. Класичний підхід – використання форму Бекуса-Наура. Дана мова програмування була створена на основі граматики LALR. Дана форма використовується для опису контекстно-вільних формальних граматик, зазвичай використовується для опису синтаксису мов програмування, форматів документів, наборів інструкцій і протоколів зв'язку. [1] Але на сьогоднішній день не так багато програмістів його використовують в 'чистому' вигляді. Найчастіше зустрічаються такі форми, як LALR, LR, LL. Розширена форма Бекуса-Наура – це формальна система визначення синтаксису мови. Тепер розглянемо на прикладі мови Кијіга. Для цього використовувався LALR. LALR або Lookahead LR parser – це спрощена версія канонічного LR парсеру [3]. Парсери LR – це ефективні аналізатори знизу вгору, які можуть бути створені для великого класу контекстно-вільних граматик. Граматика LR (k) – це граматика, яка генерує рядки, кожен з яких може бути проаналізований під час одного детермінованого сканування зліва направо, не заглядаючи вперед більше, ніж на к символів. Ці парсери, як правило, дуже ефективні та інформативні в повідомленнях про помилки, але, на жаль, їх дуже важко написати без допомоги спеціальних програм [4]. У граматики LR  $\epsilon$  один недолік, у випадках, коли одна чи кілька станів. У таких прикладах синтаксичний аналізатор має конфлікт такий як "читаннязменшення", "зменшення-зменшення" або обидва. У першому випадку парсер не може вирішити, чи читати наступний символ вводу або зменшувати фразу в стеку. В останньому випадку плутанина між різними скороченнями [5], для цього був придуманий LALR. За допомогою синтаксично-го аналізу LALR (lookahead LR) ми намагаємося зменшити кількість станів в синтаксичному аналізаторі LR (1) шляхом об'єднання схожих станів. Це зменшує кількість станів до рівня, рівного SLR (1), але при цьому зберігає деяку потужність запитів LR (1) [6]. Ця система (LALR) дозволяє автоматично створити лексему мови.

Семантика мови програмування — це відповідність між синтаксично правильними програмами і діями абстрактного виконавця, тобто це сенс синтаксичних конструкцій. [2] Розглянемо приклад з мови програмування Кијіга.

Синтезовані атрибути — ідея, запропонована Дональдом Кнутом, полягала в тому, щоб зіставити кожному вузлу дерева розбору програми деяку функцію, що визначає семантику цього вузла. Подібна інформація зберігалася в так званих атрибутах. Семантика конструкції може представлятися деякою величиною або набором величин, пов'язаних з конструкцією. Наприклад, семантика виразу 3 + 4 може бути цілим значенням 7, типом іпт або рядком + 3 4. Величина, асоційована з конструкцією, називається атрибутом. Атрибут а для X будемо записувати як X.а, де X вважається нетерміналом або терміналом граматики. Е.val розглядається як посилання на атрибут val вираження Е. [3]

На чинний момент це мова, що розвивається. Кијіга може проводити прості аналізи використовуючи unittest'и. Надалі мова буде отримувати багато інших особливостей, серед

яких можна виділити такі, як бібліотека для штучного інтелекту, поліпшена бібліотека з хімії, фізики та біоінформатики.

Багато програмістів намагаються популярні мови програмування використовувати у всіх областях, зробити мову універсальним, через що ці мови програмування нагромаджуються і стає важко зрозуміти. Тому великі компанії, спільно з програмістами, намагаються створити нові мови програмування, специфічні до конкретної області застосування.

- 1. Синтаксис, семантика и прагматика. URL: https://foxford.ru/wiki/informatika/sintaksis-semantika-i-pragmatika.
- 2. Формальная семантика языков программирования. URL: http://storage.piter.com/upload/contents/978549600032/978549600032\_p.pdf.
- 3. LALR parser. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/LALR\_parser.
- 4. Amin Milani Fard, Arash Deldari and Hossein Deldari, Quick Grammar Type Recog-nition: Concepts and Techniques 2007. URL: https://www.researchgate.net/publication/228609916\_Quick\_Grammar\_Type\_Recognition Concepts and Techniques.
- 5. Frank DeRemer, Thomas J. Pennello, Efficient computation of LALR(1) look-ahead sets // ACM SIGPLAN Notices. 1979. Volume 14, Issue 8. URL: https://dl.acm.org/citation.cfm?id=800229.806968.
- 6. Maggie Johnson, LALR Parsing. URL: https://web.stanford.edu/class/archive/cs/cs143/cs143.1128/handouts/140%20LALR%20Parsing.pdf.

## СЕКЦІЯ «ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНІ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧІ СИСТЕМИ»

УДК 519.766.23

### І.В. Баклан, Т.В. Шулькевич, Я.І. Баклан

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" iaa@ukr.net

### ПОШУК АНОМАЛІЙ В ЧАСОВИХ РЯДАХ ЗА ДОПОМОГОЮ ЛІНГВІСТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Випадки шахрайства зростають стрімкими темпами в останні роки, можливо, тому, що дуже проста технологія (наприклад, електронна пошта)  $\epsilon$  достатньою для того, щоб допомогти злочинцям в скоєнні шахрайства. Втрати можуть не бути безпосередньо фінансовими, наприклад, електронний лист, начебто від члена сім'ї, може зробити вигляд, що надсилає фотографію, натискаючи на значок якої дійсно призводить до зловмисного програмного забезпечення, яке перебуває на вашому пристрої. Як і у випадку зі здоров'ям та іншими непередбачуваними проблемами, з якими стикається людство, раннє виявлення має важливе значення для полегшення одужання. Автоматизоване виявлення та оповіщення про ненормальні дані та поведінку, реалізовані за допомогою обчислювально ефективного програмного забезпечення,  $\epsilon$  критично важливими в цьому контексті. Ці міркування мотивують розробку та застосування принципів та алгоритмів виявлення аномалії, обговорених у цій книзі.

Основним аспектом декількох випадків злочину  $\epsilon$  те, що шахраї використовують переваги потенціалу людей, щоб переплутати правдоподібне та можливе з неправдоподібним. Безумовно, можливо, що хтось родич перебуває у в'язниці, але якщо цього раніше не сталося і не узгоджується з минулою поведінкою чи досвідом цього родича, то слід розглянути питання про в'язницю родича (і його раптова потреба у грошах) бути ненормальною або аномальною подією, яку не можна сприймати за номінал. Виходячи з минулого досвіду багатьох людей, ймовірність бути обманутою набагато вища, ніж ймовірність того, що хтось із родичів несподівано потрапить у в'язницю в чужій країні та потребує грошей. Таким чином, здатність виявляти аномалії, особливо стосовно минулої історії себе та інших людей,  $\epsilon$  критично важливою для фінансової та інших видів безпеки.

Значні зусилля витрачаються на виявлення, коли виникають напади та інші проблеми, виходячи з принципу, що відхилення в основі поведінки виявляються в спостереженнях, які можуть бути використані для відділення їх від "нормальних" способів поведінки. Широкі підходи до виявлення включають:

- шукати збитки після пошкодження (наприклад, шукати несподівані транзакції на рахунку за кредитну карту);
- виявити ознаки пошкодження (наприклад, менше місця на жорсткому диску, ніж очікувалося);
- узгодження зразків із відомими «підписами» шкідливого програмного забезпечення, адреси веб-сайтів, маршрутизації повідомлень тощо;
- виявлення аномалії: порівняння з очікуваною або нормальною поведінкою або даними. Для оцінки продуктивності алгоритмів часто використовують три показники: точність, виклик та Rank-Power [1, 2, 3, 4]; вони визначені нижче.

Точність і відкликання  $\epsilon$  недостатніми, щоб повністю забезпечити ефективність алгоритму, особливо при порівнянні алгоритмів, які призводять до різної кількості аномалій.

Зокрема, точність може приймати невелике значення лише тому, що m великий. Один алгоритм може ідентифікувати зовнішнє середовище як найбільш підозрілого, тоді як інший алгоритм може ідентифікувати його як найменш підозрілий. Однак значення для вищезазначених двох заходів залишаються однаковими. В ідеалі алгоритм буде вважатися більш ефективним, якщо справжні випускники займають найвищі позиції, а нестатеві - серед найменш підозрілих випадків. Метрика "RankPower" [5] фіксує це поняття.

Деякі аномалії, можливо, раніше зустрічалися в даних, наприклад, через минулі атаки, які були виявлені та не забуті. Попередній аналіз даних потім може виявити підписи шаблонів, пов'язаних з такими аномаліями. Наприклад, багато вірусів були каталогізовані на основі ефектів, які вони виробляють, або виникнення певних фрагментів коду у вірусах. Правила сформульовані для виявлення таких випадків, а анти-шкідливе програмне забезпечення регулярно застосовує такі правила, щоб допомогти виділити потенційну шкідливу програму. Потім ми розглядаємо проблему аналітика як складання класифікаційного завдання, яке визначає, які дані належать до категорії "безпечні", а які дані належать до кожної відомої категорії зловмисного програмного забезпечення. Алгоритми навчання (наприклад, підтримка векторних машин [6] та навчені нейронні мережі [7]) були розроблені для розробки моделей, що дозволяють аналітикам виконувати цю класифікаційну задачу.

Розглядаються підходи до виявлення аномалій у часових рядах з використанням лінгвістичного моделювання [8,9,10].

- 1. R. Baeza-Yates, B. Ribeiro-Neto, Modern Information Retrieval. Addison-Wesley Longman Publishing, Boston, 1999.
- 2. H. Cao, G. Si, Y. Zhang, L. Jia. Enhancing effectiveness of density-based outlier mining scheme with density-similarity-neighbor-based outlier factor. Expert Syst. Appl. Intl. J. 37(12), 2010.
- 3. J. Ma, J. Theiler, S. Perkins. Accurate on-line support vector regression. Neural Comput. 15(11), 2683–2703, 2003.
- 4. G. Salton, Automated Text Processing: The Transformation, Analysis, and Retrieval of Information by Computer. Addison-Wesley Longman Publishing, Boston, 1998.
- 5. J. Tang, Z. Chen, A.W. Fu, D.W. Cheung. Capabilities of outlier detection schemes in large datasets, framework and methodologies. Knowl. Inform. Syst. 11(1), 45–84. 2006.
- 6. C. Cortes, V. Vapnik. Support-vector networks. Mach. Learn. 20(3), 273–297 (1995).
- 7. K. Mehrotra, C. Mohan, S. Ranka, Elements of Artificial Neural Networks. MIT Press, Cambridge, MA, 1997.
- 8. Lohvynchuk A., Baklan I. Linguistic approach for a time series anomaly detection. Slovac International Scientific Journal. 2019. №35, Vol. 1. pp. 16-18.
- 9. Баклан І.В., Логвинчук А.І., Шулькевич Т.В. Критерії подібності лінгвістичних моделей. *Прикладні питання математичного моделювання*. Т. 2, № 2, 2019. С. 23-31.
- 10. Баклан І.В., Шулькевич Т.В., Логвинчук А.І., Баклан Я.І.. Пошук аномалій в лінгвістичних моделях часових рядів. *Системні технології*. 4 (129), 2020. С.85-99.

УДК 681.518.5

### М.М. Вакаров, Ю.О. Лебеденко

Херсонський національний технічний університет vakarov.92@gmail.com

### ПІДХОДИ ДО ДИСТАНЦІЙНОЇ ДІАГНОСТИКИ ОБЛАДНАННЯ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ

Технічна діагностика представляє теорію, методи і засоби виявлення і пошуку дефектів об'єктів технічної природи. Під дефектом розуміють будь-яка невідповідність властивостей об'єкта заданим, необхідним або очікуваним [1]. Виявлення дефекту є встановлення факту його наявності або відсутності в об'єкті. Пошук дефекту полягає у вказівці з певною точністю його розташування в об'єкті.

Метою дистанційної діагностики  $\epsilon$  скорочення простоїв виробництва шляхом точного визначення необхідних сервісних операцій. Це зменшу $\epsilon$  втрати замовника, що виникають ізза простоїв агрегату.

Засоби і об'єкт діагностування, що взаємодіють між собою утворюють систему діагностування. Розрізняють системи тестового і функціонального діагностування. У системах тестового діагностування на об'єкт подаються спеціально організовувані тестові дії. У системах функціонального діагностування, які працюють в процесі застосування об'єкту за призначенням, подання тестових дій, як правило, виключається; на об'єкт поступають тільки робочі дії, передбачені його алгоритмом функціонування.

При діагностуванні в електронних приладах виділяють підсистеми, що перевіряють і що перевіряються, з обов'язковим забезпеченням їх зв'язності [2]. Для спрощення процесу перевірки природним є використання для організації перевірок як існуючих в системі зв'язків, так і організації різних блокувань і перемикань, в результаті аналізу яких формуються ознаки дозволяють оцінити стан приладу [3].

Основні концепції пошуку несправностей можна визначити наступним чином:

- 1. Дія не повинна завдавати шкоди досліджуваного пристрою.
- 2. Дія повинна приводити до прогнозованого результату:
- висунення гіпотези про справності або несправності блоку, елемента;
- підтвердження або спростування висунутої гіпотези і як наслідок локалізації несправності;
  - 3. Необхідно розрізняти ймовірну несправність і підтверджену (виявлену несправність).
  - 4. Необхідно адекватно оцінювати ремонтопридатність виробу [4].

До організації функціонального діагностування пред'являють такі вимоги як своєчасність виявлення помилок і повнота охоплення. Тому виникає ряд проблем, обумовлених складністю ідентифікації різнотипних дефектів та виявлення причин їх виникнення.

Мета досліджень: виконати аналіз підходів до побудови систем дистанційної діагностики, що забезпечували б ефективне визначення не тільки існуючих несправностей, але і таких, що розвиваються.

Системи функціонального діагностування є типовими системами контролю, що не вимагають подання на об'єкт цілеспрямованих дій. Ці підходи припускають використання наступних методів технічного діагностування:

- 1. Суб'єктивні методи припускають використання органолептичних методів контролю і простих пристосувань. Включають зовнішній огляд, постукування деталей, визначення температури і прослуховування шумів.
- 2. Оптичний метод, що припускає в якості основного контрольного приладу очима людини.
- 3. Віброакустичні методи, грунтовані на вимірі пружних коливань, що поширюються по вузлах в результаті зіткнення деталей, що рухаються, при роботі механізмів.

- 4. Приладові методи із отриманням інформації у вигляді електричних, світлових, звукових сигналів при взаємодії об'єкту діагностування з фізичними полями.
- 5. Механічний метод грунтований на вимірі геометричних розмірів, проміжків в сполученнях, тисків і швидкості елементів.
- 6. Електричний метод полягає у безпосередніх вимірах сили струму, напруги, потужності, опорів і інших електричних параметрів.
- 7. Магнітні методи, ґрунтовані на реєстрації магнітних полів розсіювання, що виникають над дефектами.
- 8. Радіаційні методи, ґрунтовані на законі послаблення інтенсивності радіаційного випромінювання, що проходить через об'єкт діагностування.
- 9. Радіохвильові методи застосовують для перевірки якості і геометричних розмірів виробів з діелектричних матеріалів.
  - 10. Тепловий метод використовує як діагностичний параметр температуру.

Головними показниками якості систем діагностування  $\epsilon$  те, що ними гарантуються повнота виявлення і глибина пошуку дефектів [5].

Тому в першу чергу представляє інтерес отримання залежностей для загального часу відновлення працездатності через характеристики системи пошуку несправностей. Час відновлення зазвичай представляють наступним чином:

$$\tau_{\rm B} = \tau_{\rm O} + \tau_{\rm II} + \tau_{\rm y},$$

де  $\tau_o$  - час виявлення несправності,  $\tau_\pi$  - час пошуку місця несправності,  $\tau_y$  - час усунення несправності.

Для машин звичайного призначення, доступних для обслуговування персоналом і для машин, оснащених системами діагностики, час виявлення представляє величину від часток мікросекунд до хвилини, і в першому наближенні їм можна знехтувати. Час пошуку несправності може буди визначений як функція

$$\tau_{\Pi} = f(R, S,G)$$

де R - роздільна здатність програми R, S - структура ПК, G - стратегія обслуговування.

У такому випадку можна зробити висновок що діагностика та її методи дозволяю з економити час для пошуку несправності, а також визначити на скільки пристрій зносився і може ще пропрацювати. Що дасть нам можливість запланувати плановий ремонт або обслуговування.

Вище представлені методи значно прискорюють рішення проблем діагностичного характеру, а також відкривають нові підходи до рішення повсякденних і нестандартних завдань комп'ютерних систем.

- 1. Гергало А.М Рудакова Г.В. Проблеми автоматизації процесу функціональної діагностики цифрових пристроїв обліку електричної енергії. *Вісник "КПП" інформатика управління та обчислювальна техніка* .№49. С. 55-59.
- 2. Гуляєв В.А., Дронов А.Г., Пелехов С.П. Організація живучих обчислювальних структур. К.: Наук.думання, 1982 р. 140 с.
- 3. Джейкокс Дж. Керівництво по пошуку несправностей в електронній апаратурі. Переклад з англ. М.: Світ, 1989. 176с.
- 4. Технарь. URL: http://tehnar.net.ua/metodyi-poiska-i-ustraneniya-neispravnostey-i-prichin-nerabotosposobnostiv-rea.
- 5. Технические средства диагностирования: Справочник. В. В. Клюев, П. П. Пархоменко, В. Е. Абрамчук и др.; Ред. В. В. Клюева. М.: Машиностроение, 1989. 672 с.

УДК 654.9

### Б.Р. Денисенко, І.М. Пашко

Херсонський фізико-технічний ліцей Херсонської міської ради b.denisenko20@gmail.com

### РОЗРОБКА ДОМАШНЬОГО СИГНАЛІЗАТОРУ НА БАЗІ САМОРОБНОГО ГРАФІТОВОГО ДАТЧИКУ

Ми живемо у вік бурхливого розвитку інформаційних технологій, стрімкого розвитку мікроелектроніки, робототехніки та програмування. У вільному продажу з'явилися окремі електронні модулі, блоки, мікроконтролери які складаються з безлічі окремих елементів за цілком доступною ціною. У зв'язку з цим для любителів електроніки в багато разів зросли можливості створювати дуже складні електронні прилади та пристрої не вникаючи у принципи роботи окремих блоків, не володіючи на професійному рівні необхідними знаннями та навичками.

Ідея роботи полягає у створенні охоронного домашнього сигналізатору на базі блоків від сторонніх виробників, який зміг би виконувати функції звичайної сигналізації. Особливість даної охоронної системи полягає головним чином, в її суттєво меншої вартості з більшими функціональними можливостями та найбільшим ефектом від охоронної сигналізації. З іншого боку, якщо громадянин має можливість самостійно обслуговувати прилад, зникає необхідність сплачувати абонентську плату за охорону приватним організаціям. Власник сам за допомогою мобільного телефона зможе легко встановити факт проникнення в оселю та викликати наряд комунальної поліції, що працює на кошти платників податків. Це допоможе значно зменшити витрати на охорону робочих, торгових приміщень, та домашньої оселі власника. Система має можливість використання спеціально розробленого програмного забезпечення у вигляді мобільного додатка для автоматичного виклику наряду поліції.

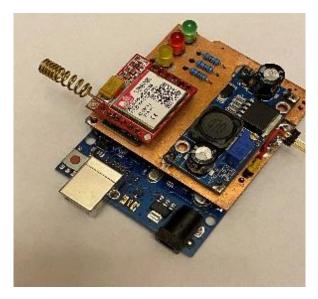
В даній роботі під час дослідження проведений аналіз ринку охоронних систем, щодо ціни, функціональних можливостей, а також типів датчиків які використовуються в роботі сигналізаторів. Головне призначення охоронної системи полягає в оперативному і гарантованому сповіщенні господарів або правоохоронні служби про несанкціоноване проникнення в приміщення. Охоронна сигналізація може бути автономною, мета такої сигналізації сповістити власника о проникненні за допомогою мобільного пристрою.

У даному проекті ми пропонуємо використання універсального саморобного тензорного графітового датчику згину, який дає можливість фіксувати не тільки факт відкриття дверей але й ступінь та кількість їх відчинення для отримання додаткової інформації про стан в приміщенні після несанкціонованого проникнення, а також бути непомітним і складним для виведення з ладу.

Конструкція пристрою сигналізації вироблена за допомогою блочного методу на базі мікроконтролера Arduino (рис. 1), джерела живлення, модуля стільникового зв'язку, понижуючого перетворювача напруги з 7В до 4В, світлодіодів та саморобного графітового датчику згину. Схема приладу показана на рис. 2.

Сигналізація контролюється за допомогою мобільного додатку, а також передбачає можливість підключення додаткових датчиків та виконуючих механізмів для різноманітного реагування на порушення. Додавання нових датчиків тягне за собою збільшення ціни на сигналізатор, але це все одно менш затратно ніж використання аналогічних пристроїв, та встановлення під охорону спеціальними фірмами.

Таким чином, застосування саморобного тензорного графітового датчику замість типових надає можливість детального відстеження зміни положення дверей, крім того його виготовлення дуже просте і водночас не вимагає великих витрат. Використання автоматичної підзарядки акумулятору в блоці живлення надає можливість сигналізації працювати ще 24 доби (в залежності від кількості датчиків) після відключення електропостачання в оселі. Охоронна система дозволяє підключення будь якої кількості датчиків та використання більшої зовнішньої антени, для покращення зв'язку.



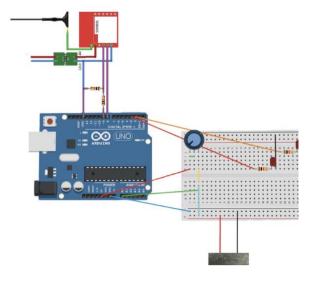


Рис. 1 – Сигналізатор

Рис. 2 – Схема приладу

Під час експериментів було виявлено, що на опір графітового датчику впливає його температура але це компенсується алгоритмами зчитування опору із часом. Порівняльний аналіз показав що саморобний датчик не поступається у працездатності вже існуючим але має багато переваг: доступність, оптимальна вартість, простота у використанні, малий об'єм, малопомітний при встановленні. У подальшому планується вдосконалення датчику згину, програмного забезпечення та збільшення кількості підтримуючих датчиків.

Слід зазначити, що систему сигналізації можливо функціонально пов'язати з електроприводом будівлі та виконувати керування централізовано-з пульта-дисплею. Прилад може бути під'єднаний до комп'ютерної мережі, що дозволяє керувати ним за допомогою персонального комп'ютеру та надає віддалений доступ до нього через інтернет, що дозволяє його поєднання у домашню систему Розумний дім (Smart home).

- 1. Arduino. Voltiq. 2016. URL: https://voltiq.ru/wiki/arduino-uno-review/.
- 2. Графітові вироби. Garmony. 2014. URL: http://www.garmony.com.ua/rus/equipment/grafit/grafitizd\_.html.
- 3. Застосування графіту. Углеродпромснаб. 2015. URL: http://uglerod.com/grafit/primenenie-grafita-v-razlichnyh-promyshlennyh-otraslyah/.
- 4. Мінерал-графіт. GeografUA. 2015. URL:http//www.geograf.com.ua/glossary/minerals/grafit.
- 5. Кристалічні гратки. Народна освіта . 2016. URL: https://narodna-osvita.com.ua/5552-kristalchn-ratki.html.
- 6. Datasheet Sim800L. SIM Tech. 2013. URL: https://img.filipeflop.com/files/download/Datasheet\_SIM800L.pdf.

УДК 520.84

### В.В. Лаговський, А.А. Омельчук, С.С. Гнатюк

Університет державної фіскальної служби України tareon@ukr.net

### ПОРТАТИВНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ЕКСПРЕС-ЕКСПЕРТИЗИ ПРОДУКЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ

Швидкий розвиток інформаційних технологій з одного боку, і постійне підвищення вимог до якості та екологічності продукції з іншого, призвели до розробки компактних пристроїв, що здатні у режимі реального часу аналізувати структуру виробу чи вміст хімічних елементів у ньому. На основі отриманих даних проводиться порівняння з відомими зразками (зібраними самою системою або наданими виробниками) і робиться висновок про відповідність. Функції експертизи відводяться системі на базі штучного інтелекту, з якою через мережу з'єднані портативні пристрої (клієнти). Таким чином, користувач може або власноруч проаналізувати показники приладу, або отримати підтримку у прийнятті рішень від системи [1-4]. Подібні пристрої можуть ефективно застосовуватися особисто (покупець у магазині), у бізнесі (магазин одягу), у державних органах (митна служба). У кожному з цих випадків система може мати спеціалізований функціонал: платні і безоплатні послуги, відкриті і конфіденційні бази даних, рекламу.

Пропонується наступна структура системи експрес-експертизи (рис. 1).

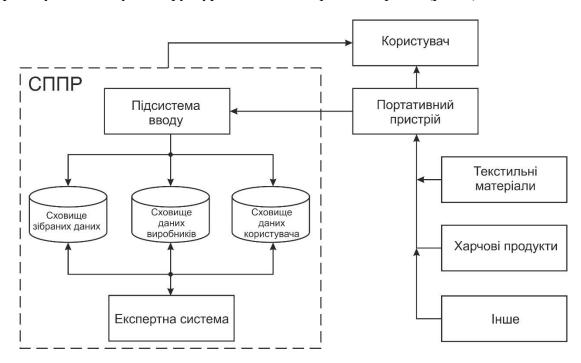


Рис. 1 – Структура системи експрес-експертизи продукції

Прикладом реалізації такого пристрою може слугувати «NIRONE Sensor» компанії Spectral Engines, зовнішній вигляд якого і опис його конструкції та компонентів наведені на рис. 2 і рис. 3. Це спектральний сенсор, що працює в діапазоні довжин хвиль від 1100 до 2450 нм. Конструкція датчика заснована на InGaAs детекторах (арсенід галію-індію) і MEMS FPI (інтерферометр Фабрі-Перо), що дозволяє здійснювати швидкі та надійні вимірювання у різних умовах. Крім аналізатора складу матеріалів, «NIRONE Sensor» включає RGB-давач кольору. Детектори «NIRONE» розроблені безпосередньо для інтеграції в інформаційну систему користувача і для цього мають вбудовані мікроконтролер, роз'єм (шина I2C), засоби штучного інтелекту, які забезпечують стабільність вихідного сигналу [5-7].

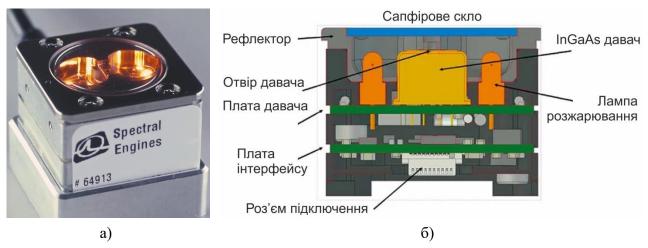


Рис. 2 – Прилад «NIRONE Sensor»: а – загальний вигляд; б – опис основних компонентів



Рис. 3 – Схема міні-спектрометра і вигляд мікросхеми InGaAs давача

У подальшому планується провести поглибленні теоретичні дослідження у сфері штучного інтелекту, оцінити доцільність застосування експертних систем, нейронних мереж і методів розпізнавання образів для експрес-експертизи продукції та перевірки її на відповідність стандартам. Мають бути протестовані спеціалізовані сенсори, що виготовлені за різними технологіями, і на основі відібраних планується створити прототипи та провести практичні випробування у різних умовах.

Таким чином, у роботі обгрунтовується можливість створення українських зразків портативних приладів для експрес-експертизи продукції, що не будуть поступатися закордонним зразкам.

- 1. C. Huber et al. "MEMS Fabry-Pérot Interferometers with double membrane mirrors for improved mirror parallelism" J. Microelectromechanical Systems vol. 27 no. 5 pp. 836-843 2018.
- 2. C. Huber et al. "Tunable Double Membrane MEMS Fabry-Pérot Interferometers for the Near-Infrared" 23rd International Conference on Optical MEMS and Nanophotonics 2018 pp. 8454589 2018.
- 3. M. Muneeb, A. Vasiliev, A. Ruocco, A. Malik, H. Chen, M. Nedeljkovic, J. S. Penades, L. Cerutti, J. B. Rodriguez, G. Z. Mashanovich, M. K. Smit, E. Tourni, and G. Roelkens, "III-V-on-silicon integrated micro spectrometer for the 3 µm wavelength range," Opt. Express 24, 9465-9472 (2016)
- 4. Xu, Leon & Young, Adamo & Zhou, Audrina & Röst, Hannes. (2020). Machine Learning in Mass Spectrometric Analysis of DIA Data. PROTEOMICS. 1900352. 10.1002/pmic.201900352
- 5. Zimmerleiter, Robert & Reischer, Thomas & Koppensteiner, Roland & Roßbory, Michael & Brandstetter, Markus. (2019). Inline measurement of formaldehyde concentration in an industrial production plant by NIR microspectrometer technology. 10.13140/RG.2.2.20282.34249.
- 6. NIRONE SENSOR S. Theremino System. 2020. URL: https://www.theremino.com/en/downloads/automation (дата звернення 19.03.20).
- 7. Theremino Spectrometer documentation. SPECTRAL ENGINES. 2020. URL: https://www.spectralengines.com/products/nirone-sensors (дата звернення 19.03.20).

УДК 534.86

### М.О. Соболь, О.Ю. Мешков

Херсонський фізико-технічний ліцей Херсонської міської ради kramer200311@gmail.com

### ТЕХНОЛОГІЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОСТОРОВОЇ ОРІЄНТАЦІЇ ЛЮДЕЙ З ВАДАМИ ЗОРУ НА ОСНОВІ ЕХОЛОКАЦІЇ

За оцінками Всесвітньої організації охорони здоров'я в світі живуть 38 мільйонів сліпих людей. Ще 110 мільйонів мають серйозні порушення зору зі значним ризиком осліпнути. Тому розробка приладів та гаджетів, які адаптовані для людей з вадами зору,  $\epsilon$  актуальною на сьогоднішній день.

Метою дослідження є забезпечення просторової орієнтації людині з вадами зору за допомогою ультразвукових датчиків, розміщених на людині, які будуть сканувати навколишнє середовище, а вібродвигуни сповіщатимуть людину про перешкоди навколо неї.

Мета даної роботи зумовлена необхідністю забезпечення допомоги в адаптації у суспільстві людей з різноманітними фізіологічними вадами. У даному випадку це допомога людям з вадами зору.

Новизна даної ідеї полягає у тому, що розроблений пристрій, у порівнянні з існуючими, має такі переваги як: визначення висоти, визначення дистанції, визначення рухомості, визначення наявності підлоги, великий кут сканування (164 градуси), не потребує використання рук та додаткових модулів, не потребує слухових процесів.

Практичне значення розробленого пристрою полягає у можливості його застосування будь-якою людиною у будь-якій місцевості. Пристрій зможе забезпечити сліпій людині повне розуміння того, що знаходиться навколо. Людина розумітиме кількість об'єктів їх габарити та місце положення. Таким чином, людина з вадами зору зможе орієнтуватися у просторі на будь якій місцевості.

Розробка почалася з аналізу існуючих сучасних рішень цієї проблеми. Після аналізу було виявлено, що більшість з них сканує простір завдяки ультразвуку. Але усі вони не вирішують ту низку проблем, які зазначено вище. Тому було вирішено створити пристрій, який сканує увесь простір перед людиною за допомогою ультразвукових датчиків. Наступним кроком було вирішення того, як потрібно розмістити датчики. Після невеликого теоретичного дослідження вибір постав між двома конфігураціями. У першій декілька рядів ультразвукових датчиків було розміщено на торсі людини під різними кутами. У другій конфігурації один ряд ультразвукових датчиків рухається навколо своєї осі за рахунок серводвигунів. Було обрано останній варіант, оскільки він потребує менше розрахункової потужності та менш габаритний, ніж перший варіант.

Також для безпечного пересування необхідно окремо виявляти на підлозі заглибини та невеликі перепони, які  $\epsilon$  можливість переступити. Для цього у конструкцію було додано наколінники, на кожному з яких розміщені ультразвукові датчики, під невеликим кутом спрямовані до підлоги. В залежності від того, яке буде відхилення від стандартного значення, буде визначатись рель $\epsilon$ ф дороги перед людиною.

Наступна задача, яку було вирішено, це передача інформації людині. Знову звернувшись до аналогів, ми вирішили, що найкращим способом для цього будуть вібродвигуни. Вони будуть розміщені на жилеті, який одягається під одяг таким чином, щоб, коли один з них спрацьовував, людина розуміла, де знаходиться перешкода відносно неї. Оскільки ультразвукові датчики сканування простору повинні бути розміщенні на одязі, для передачі інформації про перешкоди на жилет використовуються радіо передатчики.

Після усіх теоретичних досліджень було визначено кінцевий варіант прототипу, який вже створено. Після проведення перших експериментів було визначено, що ультразвуковий датчик коректно працює тільки з об'єктами, які повністю відбивають ультразвук (таблиця 1). Однак, не зважаючи на це, пристрій доволі точно визначає відстань до об'єктів, які він може сприймати (таблиця 2).

Таблиця 1 – Результати проведення експерименту на коректність реагування

Об'єкт	Реакція	Об'єкт	Реакція	Об'єкт	Реакція
Стіна	коректно	Штори	некоректно	Одяг	некоректно
Шафа	коректно	Скло	коректно	Книга	некоректно

Таблиця 2 – Результати проведення експерименту на точність вимірювання

Номер вимірювання	Відстані до переходи на відстані 45 см. під різними кутами нахилу відносно нормалі						
_	-27°	-18°	-9°	0°	9°	18°	27°
1	44	44	45	46	47	47	45
2	44	44	44	45	46	46	45
3	44	44	44	45	46	45	44
4	44	44	45	45	46	47	45
5	44	44	44	45	47	46	45

Головне завдання приладу – допомога у просторовій орієнтації людям з вадами зору. Він може допомогти таким людям вільно ходити у приміщеннях, по сходах. Також цей пристрій допомагає в орієнтації на вулиці і швидко орієнтуватися у невідомій місцевості. На даному етапі був створений перший прототип з метою демонстрації роботи приладу, знаходження недоліків розробки та усунення їх на стадії тестування. Надалі плануються створення наступних версій, у яких буде реалізований весь функціонал та виправлені виявлені недоліки для зручного та безпечного користування людиною. Після створення такого зразка будуть початі проведення експериментів з людьми та розробка кусу навчання користування пристроєм.

- 1. Принцип дії ультразвукового датчика. URL: https://megasensor.com/products/princip-dejstviya-ultrazvukovogo-datchika/
- 2. Середня швидкість людини при ходьбі. URL: // http://doma-doctor.ru/srednyaya-skorost-cheloveka-pri-xodbe-kmch/
- 3. Седалищев В.Н. Физические основы использования колебательных и волновых процессов в измерительных устройствах. Барнаул: ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный университет», 2015. С. 50-80.
- 4. Методи ехолокації. URL: https:\_// eti.pg.edu.pl/ documents / 176634 / 39262496 / 2016\_06\_08\_ EchoMeth \_script \_GD\_HLm.pdf
- 5. Динаміка направленості звуку. URL: http://snt.mega-sensor.ru/pdf/diagram.pdf/
- 6. Echolocation Methods Roman Salamon & Henryk Lasota. URL: https://eti.pg.edu.pl/documents/176634/39262496/2016\_06\_08\_EchoMeth\_script\_GD\_HLm.pdf.

УДК 004.4

### І.В. Ставінська, А.А. Григорова

Херсонський національний технічний університет finstock@mail.ua

### ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В НК-МЕНЕДЖМЕНТІ

Персонал  $\epsilon$  найважливішим ресурсом для забезпечення виробничо-господарської діяльності підприємства. Ефективність HR-менеджменту забезпечу $\epsilon$  ефективність діяльності самого підприємства, й саме тому якісне управління персоналом  $\epsilon$  важливою конкурентною перевагою.

Оптимальне використання персоналу з точки зору HR-менеджменту досягається за рахунок виявлення позитивних і негативних мотивів індивідуумів і груп в організації та відповідного стимулювання позитивних мотивів і запобігання негативних мотивів, а також аналізу таких впливів. Управління персоналом є невід'ємною частиною якісних систем управління (менеджменту) в концепції контролінгу [1].

Широке поширення інформаційних технологій в сфері HRM за останні 15-20 років зумовлене прагненням підприємств (установ) відповідати загальносвітовим тенденціям економічного розвитку, в яких інформаційно-технологічному аспекту ведення бізнесу приділяється значна увага. Мета застосування ІТ в сфері менеджменту персоналу — це задоволення інформаційних потреб усіх працівників підприємства (установи), які мають справу з прийняттям рішень. Такі технології корисні на усіх рівнях управління, і в першу чергу, для кадрових служб. Вони орієнтовані на роботу в середовищі інформаційного забезпечення HR-менеджменту і використовуються для структуризації вирішуваних завдань в сфері управління кадрами.

Інформаційні технології можна розділити на 2 основні групи: Інтернет-технології та спеціалізоване програмне забезпечення (рис.1) [2].

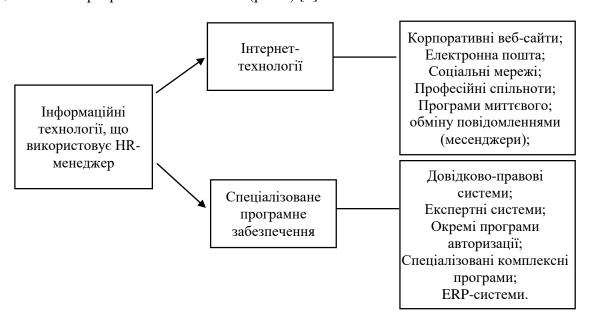


Рис. 1 – Інформаційні технології в роботі HR-спеціаліста

В комплексних системах можна реалізувати формування штатного розкладу організації, ведення та зберігання інформації про персонал, відображення руху кадрів всередині підприємства (установи), проведення розрахунку заробітної плати.

На сучасному вітчизняному ринку інформаційних технологій існує ціла низка програмного забезпечення, що були створені у відповідності до вимог кадрових служб.

Завданням підприємства стає вибрати та впровадити оптимальну систему для його типу виробництва, напрямку роботи та штату.

Українські компанії ще мало знайомі з практикою впровадження систем HR-менеджменту. Однак досвід багатьох з них показує, що без якісного управління кадрами працювати на конкуруючому ринку стає важко. На сьогоднішній день більшість українських компаній уже встигли опанувати техніки управління фінансовими і матеріальними ресурсами.

На українському ринку HRM-систем виділяються по числу впроваджень постачальники найбільших ERP-платформ, і це представляється досить логічним. Компаніям найпростіше автоматизувати як фінансовий облік, так і розрахунок заробітної плати і управління персоналом на єдиній платформі. По числу впроваджень HRM безумовним лідером на українському ринку є компанія 1С, яка пропонує декілька продуктів цього класу.

Також досить велике число впроваджень HRM-систем компаній Галактика, Парус, SAP, Oracle, Компас [3].

Що стосується спеціалізованих систем, то серед них виділяються Босс-кадровик, Diasoft FA Balance, КАДРИ і ряд інших продуктів.

Системи управління персоналом користуються попитом в середніх і великих компаніях, де функціонують виділені відділи кадрів і чисельність співробітників перевищує 100-200 чоловік. Невеликі фірми, яких, за статистичними даними, в Україні близько 70-80%, не мають потреби в подібних системах і задовольняють свої потреби MS Excel або іншими офісними додатками.

На даний момент поки важко говорити про те, що український ринок насичений рішеннями з автоматизації НR-менеджменту. На ньому представлено близько 10 вітчизняних розробок, деякі російські та зарубіжні продукти.

Незважаючи на те, що західні фахівці вклали в створення систем управління персоналом величезні кошти і мають великий досвід впровадження в різних компаніях світу, багато підприємств України віддають перевагу саме вітчизняним розробкам. Це пов'язано з тим, що практично всім кадровим модулям зарубіжних систем властива досить висока вартість ліцензій, впровадження і подальшої підтримки, вони тісно пов'язані з ядром і без нього не працюють, важко адаптуються до українського законодавства, а також включають безліч функцій, поки не затребуваних на більшості українських підприємств. Варто відзначити і той факт, що в основу імпортних рішень закладена західна бізнес-модель, ще не відповідає вимогам українського ринку.

Витрати при впровадженні в компанію рішення з кадрового менеджменту, в першу чергу, припадають на консультування, впровадження систем, а також навчання (працівників відділу кадрів, офіс-менеджера, керівника). Вартість впровадження, як правило, обходиться в два рази дорожче вартості ліцензій на програмний продукт.

Перелік програмних продуктів, розроблених для кадрової служби, досить великий і постійно поповнюється. Однак далеко не всі підприємства можуть дозволити собі дорогі програмні продукти, а деякі організації й досі все діловодство ведуть у паперовому вигляді.

Автоматизацію служби HR-менеджменту слід розцінювати як стратегічну інвестицію, що окупається прийняттям оперативних управлінських рішень на основі своєчасно і якісно підготовленої інформації про персонал.

- 1. Управління персоналом: Навчальний посібник. Т.І. Балановська, О.П. Гогуля, Н.І. Драгнєва, К.П. Драмарецька, А.В. Троян. 2-ге вид. Київ: ЦП «КОМПРИНТ», 2018. 314 с.
- 2. Ставінська І.В., Григорова А.А. Інформаційні технології в сфері кадрового менеджменту. *Матеріали І Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції студентів за тематикою «Сучасні комп'ютерні системи та мережі в управлінні»: збірка наукових праць.* Ред. Г.О. Райко. Херсон: ФОП Вишемирський В. С. 2018. С. 285 288.
- 3. Клімушин П. С. Інформаційні системи в управлінні персоналом : навч. посіб. Х. : Вид-во ХарРІ НАДУ "Магістр". 2013. 256 с.

## СЕКЦІЯ

## «СИСТЕМИ

## ВІДОБРАЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ

І КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

УДК 004.045

В.С. Димов, К.О. Шумкова

Херсонський національний технічний університет 19valdemaar76@gmail.com

### ВИКОРИСТАННЯ ГОЛОГРАФІЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ЗАПИСУ І ЗЧИТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ

Голографія – це метод запису хвильового фронту, розсіяного об'єктом на деякій реєстраторі (наприклад, на плоскій фотоплатівці), і наступного відновлення записаного хвильового фронту. Вона дозволяє отримувати за допомогою одного вимірювального приладу, одночасно дуже велику і, як правило, безперервну інформацію про об'єкт вимірювання.

На відміну від звичайної фотографії на фотопластинці (голограмі) записується не зображення об'єкта, а хвильова картина розсіяного об'єктом світла. Голограма виходить в результаті інтерференції розділеного на дві частини монохроматичного потоку електромагнітного (або акустичного) випромінювання: розсіяного телеграфічного об'єкту і прямого (опорного) пучка, що падає на голограму, минаючи об'єкт. Інтерференційна картина, зареєстрована на проявленій фотоплівці в результаті складання хвильових фронтів, відображається на ній у вигляді сукупності інтерференційних смуг з різною щільністю почорніння. Найбільша щільність почорніння відповідає хвильовим фронтах, які прийшли в фазі (де поля складаються), а найменша - хвильовим фронтах, які прийшли в протифазі. Таким чином, що відображається на голограмі картина хвильових фронтів у загальному випадку не має подібності з реальним об'єктом і тим не менше містить інформацію про об'єкт [1].

До сьогоднішнього дня з'явилися готові рішення, розроблені InPhase у співпраці з Maxell, зокрема оптичні носії, які використовують голографічний метод. За заявою розробників, із застосуванням даної технології на звичайний оптичний диск можна записати 1,6 Тбайт інформації при пропускній здатності до 120 Мбайт/с [2].

Як відомо, сучасні методи запису засновані на послідовних принципах: у кожен момент часу на поверхню плоского носія може бути записаний тільки один біт інформації (при цьому не розглядаємо випадки з безліччю головок запису, при яких має місце квазіпаралельний процес). У той же час голографічний метод виглядає як дійсно паралельний: єдина спалах лазера формує просторову запис мільйонів бітів інформації. Різниця істотно: один біт на поверхні носія або ж мільйони бітів у просторі, обмеженому структурою носія.

У загальних рисах принцип голографічного запису InPhase Technologies виглядає досить просто (рис 1, а). Світловий потік розділяється на два промені: сигнальний і референсний; сигнальний промінь забезпечує запис даних, референсний залишається незмінним. Цифрові дані формують образ сигнального променю за допомогою спеціального пристрою – просторового світлового модулятора (Spatial Light Modulator, SLM), який перетворює послідовність нулів і одиниць, складових сторінку даних, в масив чорних і білих точок [2-4].

Голограма вхідної сторінки, як правило, записується за схемою Фур'є-голографії. Такий запис має низку важливих переваг, які обумовлені двома основними властивостями перетворення Фур'є:

- 1) Фур'є-образ точкового джерела світла являє собою рівномірний розподіл амплітуд світла по всій частотній площині;
- 2) зміщення точкового джерела в координатній області викликає тільки лінійний фазовий зсув в частотній області. Відповідно до першого властивості Фур'є-голограма володіє великою надмірністю реєстрації і зберігання, тому що інформація про кожній точці вхідної сторінки розподіляється по всій площі запису. Надлишкова реєстрація є одним з найважливіших достоїнств такої голограми, що забезпечує високу надійність зберігання і перешкодозахищеність проти локальних дефектів реєструючого середовища, таких, як неоднорідність, пил, подряпини і т. п. Оскільки вхідна сторінка являє собою сукупність просторово рознесених ідентичних світлових джерел, її Фур'є-образ складається із Фур'є-

образів окремих інформаційних точок, які, згідно з другим з наведених властивостей перетворення Фур'є, відрізняються тільки фазовими множниками. Це означає, що Фур'єобрази всіх інформаційних точок вхідної сторінки потрапляють на один і той же ділянку носія, розташованого в Фур'є-площині. Отже, для запису Фур'є-голограми сторінки достатньо площі, необхідної для запису тільки одного біта з необхідною надмірністю. Завдяки цьому досягається висока щільність запису, завадостійкість, яка в ідеальному випадку відповідає завадостійкості одного біта на всій площі голограми. Фур'є-голограми володіють найбільшою інформаційною ємністю в порівнянні з іншими типами голограм.

Зчитування записаних голограм забезпечується одним референсним променем, який створює відображення записаної голограми і проектує його на особливий чутливий елемент (рис. 1, б). Цей же елемент перетворює потрапляє на нього решітку в послідовність бітів, а читання голограм на різній глибині носія забезпечується тим же способом, який застосовувався і при записі, - зміною кута нахилу референсного променю і т. д. [3].

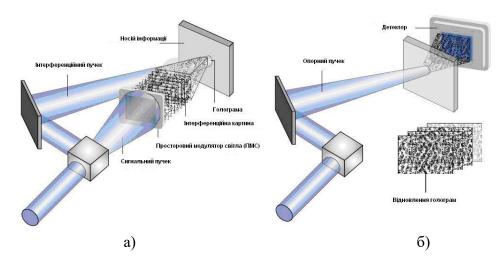


Рис. 1 – Принципи голографічного запису (а) та зчитування (б) інформації

Таким чином, запис та зчитування голограм за схемою Фур'є-голографії дозволяє оптимально використовувати обмежену площу носія, завдяки чому і послужила основою для побудови запам'ятовуючих пристроїв нового покоління [5].

Зараз існує кілька способів виконання мультиплексування при запису інформації голографічними методами, наприклад за допомогою варіювання кута нахилу референсного променю. На жаль, невідомо, яка ступінь мультиплексування і як, наприклад, товщина однієї записаної голограми співвідноситься з товщиною носія, адже, якщо припустити, що один молекулярний або атомарний шар відповідає одній голограмі, це могло б стати справжньою революцією на ринку зберігання даних і тому є темою подальших досліджень

Природно, що для втілення ідеї голографічного запису інформації треба розробити особливий тип носія, який би поєднував велику світлочутливість, міцність, дешевизну виробництва і стабільність.

- 1. Островский Ю. Голография и ее применение. Л.: Наука, 1973. 176 с.
- 2. Ярославский Л.П., Мерзляков Н.С. Цифровая голография. М.: Наука, 1982. 219 с
- 3. Акаев А.А., Майоров С.А. Оптические методы обработки информации. М.: Высшая школа, 1988. 237 с.
- 4. Морозов А.М., Кононов И.М. Оптические голографические приборы. М.: Машиностроение, 1988. 128 с.
- 5. Димов В.С., Димова Г.О., Конох І.С. Застосування методів голографії в задачах обробки інформації. Стратегії, моделі та інформаційні технології в системах управління: колективна монографія. Ред. Райко Г.О. Херсон: Книжкове видавництво ФОП Вишемирський В.С.,2019. С. 121-127.

УДК 004.738

М.С. Федорова, О.О. Райко, Г.О. Райко Херсонський національний технічний університет rayko.galina@gmail.com

### СИСТЕМИ ІНТЕГРАЦІЇ ДАНИХ

На сьогоднішній день технології Web 2.0 знайшли своє застосування майже у всіх сферах суспільного життя, таких як засоби комунікації, швидкого пошуку необхідної інформації та колективного авторства. Можливості Web 2.0 перетворюють користувачів в інформаційних виробників, які здатні отримувати доступ до існуючого інформаційного контенту і маніпулювати ним для генерації нового змісту. Для реалізації цих можливостей необхідно розробляти системи динамічної інтеграції даних.

Перспективними на сьогоднішній день  $\epsilon$  системи інтеграції даних, що працюють на основі технології Mashup — це концепція побудови веб-додатків шляхом об'єднання функцій різноманітних API та джерел даних в одному додатку. Системи Mashup надають широкі можливості використання інформаційних ресурсів, тому все більше веб-розробників переходять на використання даної технології.

Методи інтеграції даних передбачають використання технологій, завдання яких у згладжуванні неоднорідності даних. Клаус Дітріх [1] запропонував класифікацію технологій інтеграції даних із шести рівнів: 1. Manual Integration (інтеграція вручну). 2. Common User Interface (загальний інтерфейс користувача). 3. Integration by Applications (інтеграція застосунками). 4. Integration by Middleware (інтеграція засобами ПО проміжного шару). 5. Uniform Data Access (уніфікований доступ до даних). 6. Common Data Storage (загальні системи зберігання).

Маѕhuр - це технологія проєктування систем, що надає користувачам можливість об'єднувати дані з певної сукупності джерел різного роду в одне інтегроване середовище - Web-застосунок, що об'єднує дані із декількох джерел в один інтегрований інструмент. На відміну від композицій web-сервісів, рамки Маѕhuр набагато ширші, містять більше функціональностей, здатні інтегрувати ресурси різного роду. Для опису моделей даних на основі таблиць, таких як CVS-файли або електронні таблиці, підходить табличний формат; для публікації даних зазвичай використовується формат на основі розмітки (HTML та XML); мультимедійний контент (відео, аудіо та зображення) стають усе більше поширеними.

Узагальнено процес опрацювання даних можна описати оператором (1):

$$do_j(t_{p+1}) = Mashup(di_i, q_d, c_k, t_p)$$
(1)

Зрозуміти основну суть роботи Mashup та як саме така система працює із вхідним та вихідним потоком даних можна завдяки STD (State Transition Diagram) [2] діаграми переходів станів (рис.1).

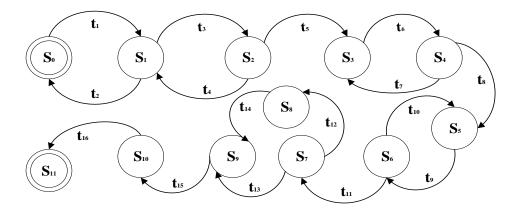


Рис. 1 – Діаграма переходів Mashup системи

На діаграмі переходів представлено наступні стани системи:

- $s_0$  Start, стан початку;
- $s_1$  Registration, стан, який відповідає за реєстрацію в системі;
- $s_2$  Authorization, стан авторизації в системі;
- $s_3$  Wait for a task, стан очікування на формування завдання;
- $s_4$  Task receiving, стан отримання завдання;
- $s_5$  Wait for a source forming, стан очікування на формування джерел для Mashup;
- $s_6$  Sources forming for Mashup system, стан формування джерел для Mashup системи;
- $s_7$  Data searching, стан пошуку даних;
- $s_8$  Search with editing, стан редагування пошукових критеріїв;
- $s_9$  Data extraction, стан витягнення відповідних запиту даних;
- $s_{10}$  Storing as a service, стан зберігання інформації у вигляді сервісу;
- $s_{11}$  Visual presentation, стан візуального представлення готового Mashup. На діаграмі (рис.1) зображено наступні переходи станів:
- $t_1$  User data input, перехід, який відповідає за введення даних користувачем;
- $t_2$  User data is incorrect, перехід, який відбувається, коли введені дані були не коректними;
- $t_3$  User data is correct, перехід, який відбувається, коли введені дані були коректними;
- $t_4$  Authorization is not good, перехід, який відбувається при не коректній авторизації;
- $t_5$  Authorization is good, перехід, який відбувається тоді, коли авторизація є коректною;
- $t_6$  Forming a task, перехід, який відповідає за формування завдання;
- $t_7$  Task forming is incorrect, перехід, який відбувається, коли завдання було сформовано некоректно;
- $t_8$  Task forming is correct, перехід, який відбувається, коли завдання було сформовано коректно;
- $t_9$  Choice a sources for Mashup system, перехід, який відповідає за вибір джерел для формування Mashup;
- $t_{10}$  Choice is not good, перехід, який відбувається у випадку помилки при виборі джерел;
- $t_{11}$  Source forming is good, перехід, якій відбувається в тому випадку, коли джерела сформовано коректно;
- $t_{12}$  Data searching need editing, перехід, який відбувається, коли потрібно відредагувати критерії для формування результату;
- $t_{13}$  Data searching is good, перехід, який відбувається, коли пошук інформації пройшов вдало;
- $t_{14}$  Data searching with editing is good, перехід, який відбувається, коли пошук інформації із редагуванням пройшов вдало;
- $t_{15}$  Data extraction is good, перехід, який відбувається при коректному отриманні даних із обраних джерел;
- $t_{16}$  Data is stored as a service, перехід, який відбувається при зберіганні даних у вигляді сервісу [2].

Таким чином, розробка окремих незалежних компонентів із відкритим програмним інтерфейсом та поєднання їх у Mashup має великий потенціал для використання у дослідженнях, так як дозволяє розробити складний сервіс з мінімальними зусиллями.

- 1. Кушнірецька І.І., Кушнірецька О.І., Берко А.Ю. Застосування онтологій і метамоделей для динамічної інтеграції слабоструктурованих даних. *Вісник Національного університету "Львівська політехніка"*. 2014. № 783: Інформаційні системи та мережі. С. 128–137.
- 2. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Интеллектуальные информационные системы. Учебник. Финансы и статистика, Москва, 2004. 424 с.
- 3. Барсегян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В., Холод И.И. Технологии анализа данных. Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP. 2е изд., перераб. и доп. СПБ: БХВ-Петербург, 2007. 384с.

# СЕКЦІЯ «НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ ТА В ГАЛУЗІ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ»

УДК 620.9

### В.С. Воробйов, Д.М. Степанчиков

Херсонский национальный технический университет dmitro\_step75@ukr.net

### МОДЕЛЮВАННЯ ЯК СКЛАДОВА ЧАСТИНА ІНОВАЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ В ЕНЕРГЕТИЧНІЙ ГАЛУЗІ

Для обгрунтування доцільності впровадження та реалізації проектів в енергетичній галузі треба проводити різноманітні попередні дослідження, серед яких не останнє місце займає комп'ютерне моделювання. Для дослідження таких складних систем, як насосна станція, необхідне застосування достатньо потужного математичного апарату та спеціалізованих комп'ютерних програм для математичних розрахунків. В роботі запропоновано використання пакету імітаційного моделювання Simulink/Matlab при проведенні попередніх оцінок можливості та напрямків модернізації існуючих об'єктів в енергетичній галузі Херсонської області.

Олешківське міжрайонне управління водного господарства (МУВГ) обслуговує: Олешківський, Білозерський райони, Дніпровський та Корабельний райони міста Херсон. В зоні обслуговування управління знаходиться 33800 га зрошувальних земель, з них управлінням подається зрошувана вода на площу 24510 га. Водні об'єкти в зоні дії Олешківського МУВГ займають близько 43 тис. га., в тому числи природні водотоки — 6 тис. га. Штучні водні об'єкти представлені каналами та колекторами, довжиною 38 км та займають площу близько 900 га. На балансі управління знаходиться 17 насосних станцій, 91 дренажних насосних станцій. Водозабір здійснюється береговими та головними насосними станціями з Зонального підвідного каналу, Зонального магістрального каналу, каналу Р-1, річки Кошова, а також з Північно-Кримського каналу самопливом через водовипускні споруди. Довжина міжгосподарських зрошувальних каналів управління складає більше 29 км, в тому числі в облицьованому руслі — майже 22 км, на яких розташовано 32 гідротехнічних споруди. Також на балансі управління знаходиться внутрішньогосподарська меліоративна мережа, яка складається із закритих трубопроводів і дорівнює 18,3 км [1].

В області налічується 427,1 тисяч гектарів зрошуваних земель, або 21,7% від загальної площі сільгоспугідь, у тому числі від державних зрошувальних систем — 384,5 тис. га, місцевого зрошення — 42,6 тис. га. Впроваджується у виробництво новітня техніка поливу, що потребує модернізації існуючих потужностей.

Існує проект модернізації насосної станції «Шевченко» Олешківського міжрайонного управління водного господарства для підвищення її продуктивності. Метою проекту є створення можливості обслуговування реконструйованою насосною станцією додаткових площ зрошення для забезпечення сприятливого режиму зростання сільського-господарських культур в даних кліматичних умовах, шляхом зрошення їх оптимізованими за строками та об'ємами поливними нормами. Насосна станція «Шевченко» Олешківського МУВГ на Північно-Кримському каналі введена в експлуатацію в 1981 році. Площа зрошення по проекту складала 621 га. На насосній станції встановлено 3 насосно-силових агрегатів 200Д20 загальною продуктивністю 600 л/с при робочому тиску 90 м. Реконструкція передбачає встановлення четвертого насосу, пристрою плавного пуску PSTX 470-600-70 з автоматами А3144 на 600 А та запобіжниками NT3 на 630 А, у схеми управління трьох «старих» двигунів встановлені контактори КТ 6053 на 600 А. Поряд з їх будівлею розташовані два трансформатори основний ТМ 1000 кВА 10/0,4 кВ та для власних потреб ТМ 25 кВА 10/0,4 кВ.

Одночасна робота чотирьох насосів 200Д90 дозволить проводити полив з загальною витратою 800 л/с. У разі підвищення продуктивності насосної станції потрібно покращити умови роботи на станції, замінити застаріле обладнання на нове. Для цього потрібно провести модельні розрахунки струмів короткого замикання, заземлення електродвигунів, робочого та аварійного освітлення, вибрати трансформатор для власних потреб та автоматики. Необхідно провести ряд розрахунків на підставі яких буде запропоновано тип пристрою плавного пуску,

трансформатор власних потреб і запобіжники, а також розробка системи вентиляції та сигналізації.

На сьогодні частка електричної енергії, яку споживають електродвигуни, сягає 70% від витрат на доставку води споживачам. Впровадження частотно-регульованого приводу на насосних станціях дозволить суттєво знизити спожиту електродвигуном електроенергію. Також слід відмітити техніко-економічні показники частотно-регульованого приводу, такі як плавний пуск насосів (відсутність гідравлічних ударів у трубопроводі, зниження напору), висока надійність роботи насосних агрегатів, автоматизація та диспетчерське управління, повний електричний захист електродвигуна [2].

Проектована система являє собою одноконтурну систему керування з єдиним зовнішнім контуром — контуром тиску. Об'єкт керування описується функціональною схемою (рис.1), яка реалізована у пакеті Simulink/Matlab [3].

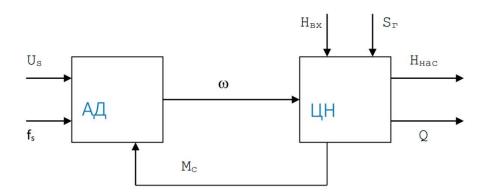


Рис.1 – Функціональна схема насосного агрегату

На рис.1 позначено: АД – асинхронний двигун; ЦН – відцентровий насос;  $U_s$  – напруга статора, В;  $f_s$  – частота напруги статора, Гц;  $\omega$  – механічна кутова швидкість обертання ротора та робочого колеса насоса, рад/с;  $M_c$  – статичний момент навантаження на валу двигуна, Н·м;  $H_{\text{Hac}}$  – напір на виході насосу, м;  $H_{\text{Bx}}$  – напір на вході насосу, м; Q – продуктивність насосу, м³/с;  $S_c$  – гідравлічний опір магістралі,  $c^2/\text{м}^5$  [2].

На базі аналізу реального об'єкту, визначено перелік необхідних розрахунків для модернізації, а саме: розрахунки струмів короткого замикання, заземлення електродвигунів, робочого та аварійного освітлення, вибір трансформатора для власних потреб та автоматики. Проведено моделювання насосного агрегату і на підставі отриманих результатів сформовано рекомендації щодо оптимальних заходів при модернізації об'єкту дослідження. Запропонована математична модель процесу побудована на рішенні системи рівнянь, які описують дійсні напірні та розхідні характеристики насосів і трубопровідної мережі. Розроблена математична модель насосної станції, оснащеної відцентровими насосами та її комп'ютерна реалізація.

- 1. Олешківське міжрайонне управління водного господарства. URL: http://buvr.kherson.ua/curup.htm (дата звернення: 29.02.20)
- 2. Кожухова А.В., Рамазанов К.Н., Савельев И.Е. Моделирование и исследование САУ насосной станции. *Международный научный журнал Символ науки*. 2016, №3 С.48-53.
- 3. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в Matlab, SimPowerSystems и Simulink. М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. 288 с.

УДК 667.021.1

### <sup>1</sup>О.О. Клюєва, <sup>1</sup>С.А. Русанов, <sup>2</sup>К.В. Луняка, <sup>1</sup>І.А. Шатохіна

<sup>1</sup> Херсонський національний технічний університет <sup>2</sup> Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсонська філія kluevaaleksandra64@gmail.com

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕПЛОАКУМУЛЯЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ НА ЧАС ПІДІГРІВУ ОХОЛОДЖУЮЧОЇ РІДИНИ ПЕРЕД ПУСКОМ ДВИГУНА НА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІЙ УСТАНОВЦІ

При низьких температурах навколишнього середовища час прогріву двигуна збільшується [1]. Іноді власник авто не має змоги прогріти автомобіль до робочої температури, що призводить до того, що в повітря здійснюється викид забруднюючих речовин; при недостатньому прогріві автомобіля перед повноцінною роботою двигуна загальний термін експлуатації авто зменшується, відсутність робочої температури під час запуску призводить до збільшення затрат пального під час поїздки. Усе ці фактори, в сукупності, змушують шукати нові методи усунення даної проблеми.

Перспективним рішенням  $\epsilon$  використання теплогоакумулятора (ТА). При встановленні ТА на автомобіль власник авто має змогу використовувати енергію, що виділилася при роботі ДВС, на власні потреби. Доцільно використовувати теплоакумулючий матеріал (ТАМ) фазового переходу, що задовольняє задачу ефективної віддачі тепла [2]. Перевагою ТАМ такого типу  $\epsilon$  постійна робоча температура в ТА, а також високий показник теплоємності й низький рівень тиску. Нижче буде розглянуто дослідження на запатентованій установці ТА [3].

Мета роботи – дослідження на авторському стенді ТА, властивостей ТА й вплив використання ТАМ фазового переходу на роботу ТА (теплоємність матеріалу та взаємодіє з охолоджуючою рідиною).

Об'єкти та методи дослідження – досліджувалася робота передпускової роботи двигуна на авторському стенді з використання ТАМ фазового переходу озокериту [4]. Методами дослідження були розрахунок теплоємності без примусової циркуляції системи, та з примусовою циркуляцією системи.

Схема експериментальної установки ТА з циркуляцією зображено на рис. 1, а на рис. 2 зображено зовнішній вигляд установки ТА.

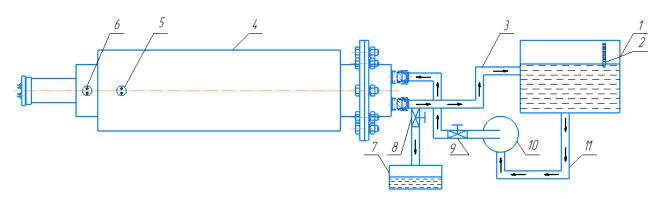


Рис. 1 — Схема експериментальної установки ТА з циркуляцією 1 — резервуар з циркулюючою рідиною; 2 — термометр; 3,11— трубопроводи; 4 — теплоакумулятор; 5 — термометр для визначення температури озокериту; 6 — термометр для визначення температури води; 7 — резервуар для вимірювання течії; 8 — кран для вимірювання течії; 9 — кран регулювання подачі рідини; 10 насос



Рис. 2 – Зовнішній вигляд установки ТА з циркуляцією

В ході дослідження було встановлено, що об'єм рідини 0, 3 літра води прогрівається за 0.5 хвилин на 15°C. Загальний об'єм теплообмінника 3 літра. Теплообмінник 0-образний та складається 0-складається 0-ск

Таким чином проведені дослідження на стенді для вирішення задачі прогріву двигуна до робочої температури під час низьких температурах навколишнього середовища. Під час дослідження встановлено оптимальні параметри ТА й визначено час прогріву охолоджуючої рідини до необхідної температури експлуатації автомобіля. В ході дослідження було виявлено, що необхідно збільшувати площу теплообміну.

- 1. Косенков И. А. Совершенствование системы предпусковой тепловой подготовки тракторных дизелей путём использования аккумулированной энергии: автореферат. Санкт-Петербург, 2011. С. 3-5.
- 2. Sharma A., Tyagi V.V., Chen C.R., Buddhi D. Review on thermal energy storage with phase change materials and applications. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2009. Vol. 13, No. 2. P. 318–345. DOI: 10.1016/j.rser. 2007.10.005.
- 3. Клюєв О.І., Русанов С.А., Аппазов Е.С., Луняка К.В., Коновалов Д.В., Мацків Б.М. Тепловий акумулятор системи передпускового прогріву двигуна внутрішнього згорання. Патент на корисну модель № 137780 від 11.11.2019. Бюл. № 21.
- 4. Корінчевська Т.В. Теплофізичні властивості теплоакумулюючих матеріалів з фазовим переходом на основі органічних сполук: дис. ... канд. техн. наук: 05.14.06. Київ, 2017. С. 47-49.

УДК 53.06

### А.С. Ромадін, А.І. Карпенко, Ю.О. Лебеденко

Херсонський національний технічний університет lebedenko@kntu.net.ua

### ДОСЛІДЖЕННЯ ГІБРИДНОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ З ЕЛЕКТРОЛІЗНИМ ГЕНЕРАТОРОМ

Для сучасної людини життя майже неможливе в умовах де немає: електричного струму, теплої води, опалення, автомобілів та інших технологічних засобів. З усім цим пов'язана лише одна річ — паливо.

У людства  $\epsilon$  велика проблема у тому що будь-яке природне паливо ма $\epsilon$  таку властивість як повне вичерпання. Саме тому багато науковців вважають своїм обов'язком знайти альтернативний вид палива якого буде достатньо для життя людства і яке не буде знищувати атмосферу Землі.

Американський винахідник Стенлі Майєр створив пристрій, який за допомогою електролізу розщеплював воду на гримучу суміш, а саме на її складові елементи, водень і кисень в пропорціях 2:1; потім суміш цих газів спалювали для отримання енергії [1].

Метою дослідження  $\epsilon$  об'єднання ДВЗ (двигун внутрішнього згоряння), електрогенератора та самого електролізера таким чином, щоб конструкція підживлювала сама себе, а також живила наприклад акумулятор не великої ємності.

Результати тестування макету електролізеру (рис. 1) виявились наступними: при споживанні струму в 3,2A та напрузі 30В електролізер зміг виробляти понад 600 куб.см/хв суміші. Максимальна продуктивність сягала до 1л/хв. Зазначеного об'єму достатньо для запуску 50 кубового двигуна (наприклад Sepia AF50), до якого можна під'єднати електродвигун потужністю до 2,2 кВт [2].

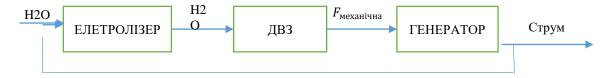


Рис.1 – Структурна схема приладу

Але, в процесі досліджень виявилась низка питань.

По-перше, в процесі електролізу утворюється піна, і щоб позбутися від неї, пропонується використовувати водяний затвор, який буде «осушувати газ». Також існує необхідність у вогнезапобіжному клапані, щоб при аварії вогонь не потрапив до електролізеру.

По-друге, для прискорення процесу в воду необхідно додавати сильний електроліт, що збільшуватиме провідність електричного струму. Електроліт вибирається так, щоб виключити конкуренцію між катіонами електроліту і катіонами води (H +). Для виключення конкуренції аніонів, навпаки, підбирають електроліт з аніонами більшого електродного потенціалу, ніж аніон ОН- води.

По-третє, робота установки виявилась досить нестійкою, що обумовлює необхідність побудови системи керування процесом електролізу.

В ході досліджень було експериментально підтверджена потенційна можливість створення системи з ДВЗ, електролізеру та генератора, що може бути корисною у гібридних системах перетворення енергії.

- 1. Якименко Л.М., Модилевская И.Д., Ткачек З.А. Электролиз воды. М.: Химия, 1970. 264 с.
- 2. Орлов Ю. Другие конструкции электролизеров. Моделист-Конструктор, 1985, №10, С. 28-29.

## СЕКЦІЯ «ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ЗАПОБІГАННЯ ТЕХНОГЕННИХ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ КАТАСТРОФ»

УДК 53.06

### І.К. Дудяк, М.Ю Растьогін, В.М. Далечина

Херсонський фізико технічний ліцей Херсонської міської ради ivan.dudiak.k@gmail.com

### ОПРІСНЕННЯ ВОДИ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНИМ ДІАЛІЗАТОРОМ

В наш час питання нестачі прісної води  $\epsilon$  надзвичайно актуальним у зв'язку з швидким збільшенням кількості населення та таненням льодовиків, які  $\epsilon$  основним її джерелом. Особливо сильно через це потерпають сільські господарства, на частку яких припада $\epsilon$  69% усього глобального споживання води[1].

Мета дослідження – створити просту в експлуатації, ефективну та економну установку для опріснення води в сільських господарствах.

Ідея дослідження – запропонувати економічний та ефективний метод опріснення води.

Об'єкт дослідження – процес опріснення води.

Предмет дослідження — опріснення води при взаємодії дисоційованих іонів з електричним полем.

У ході роботи були поставлені такі завдання:

- дослідити класифікацію методів опріснення та знесолення води;
- проаналізувати та порівняти рівень засоленості підземних вод Херсонської області;
- розробити діючу модель установки;
- провести серію дослідів, на основі яких розрахувати оптимальні параметри роботи установки.

Аналіз сучасної літератури дозволив провести порівняльну характеристику методів знесолення та опріснення води та обрати для модернізації метод електродіалізу, так як при його використанні співвідношення між кількістю опрісненої води та затраченою електроенергією є мінімальним[4][5][7].

Дослідивши карту засоленості підземних вод Херсонської області, було установлено істотне підвищення мінералізації вод основного неогенового водоносного комплексу з 1970 до 2005 р. Визначено, що більшість території має засоленість понад  $1.5 \frac{\Gamma}{I_{MM}}$  [3].

В результаті дослідження нами була розроблена модель, що має такі основні відмінності:

- винесення електродів за межі кювети задля зниження втрат енергії та уникнення їх окиснення і руйнування
- використання концентрованих електричних полів для підвищення ефективності роботи пристрою [2]
- заміна коштовних іонообмінних мембран на шільну тканину із схожими характеристиками.

Для перевірки нашої гіпотези й функціонування приладу нами виготовлена модель установки, що складається з:

- 1. Генератора високої напруги. (0-25000Вольт).
- 2. Голчастих електродів (4см-4см-10см).
- 3. Скляна посудина (4см·10см·6см).
- 4. Дві мембрани з джинсової тканини.

Була проведена серія експериментів, під час яких за допомогою солеміра точністю  $0.1 \frac{M\Gamma}{M^3}$  виконувалися виміри початкової та кінцевої концентрації солі. Для побудови залежності кінцевої концентрації від напруги, початкова мінералізація встановлювалась на рівні  $3.5 \frac{\Gamma}{M^3}$ , а час між вимірами дорівнював 20 хв.

Із отриманих даних був побудований графік(рис. 1):

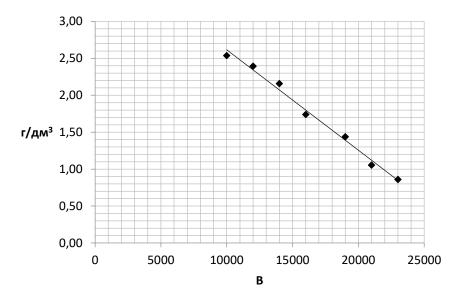


Рис.1 – Графік залежності кінцевої мінералізації води від напруги

Із залежності можна побачити, що було досягнуто істотного очищення води від солей та доведено ефективність створеної моделі. Воду такої мінералізації допускається використовувати для зрошування сільсько-господарських культур та годування тварин [6].

Крім того було розраховано вартість створення моделі, яка на 01.01.2020 становила 189.46 грн.

Серед переваг розробленої установки: висока ефективність роботи, низькі порівняно з традиційним методом втрати енергії, економічність, невеликі габарити та простота експлуатації.

У подальшому планується експериментально розрахувати більшу кількість параметрів установки (ККД, вартість опріснення 1 л води при різних температурах), замінити електрогенератор на електрет, покращити параметри створеної мембрани, виміряти залежність ККД від початкової концентрації та температури, створити цільну модель установки, збільшити площу електрода, провести серію експериментів для визначення тканини, що має найкращі мембранні властивості.

- 1. AQUASTAT FAO's Global Information System on Water and Agriculture. Food and agriculture organization of the United Nations. URL: http://www.fao.org/aquastat/en/overview/methodology/water-use
- 2. Чижевский А. Л. Руководство по применению ионизированного воздуха в промышленности, сельском хозяйстве и в медицине. М.: Госпланиздат, 1959. 56 с.
- 3. Щербак О.В. Просторова оцінка засобами ГІС підземних вод неогенового водоносного комплексу на території Херсонської області. *Геоінформатика*, 2012, № 4 (44). С. 72-76.
- 4. Davis T.A., "Electrodialysis", in Handbook of Industrial Membrane Technology, M.C. Porter, ed., Noyes Publications, New Jersey (1990).
- 5. ED vs. RO: The Benefits Of Electrodialysis For Desalination. Water online. URL: https://www.wateronline.com/doc/ed-vs-ro-the-benefits-of-electrodialysis-for-desalination-0001.
- 6. Саитов В.Е., Котюков А.Б. Санитарно-гигиенические требования к питьевой воде для сельскохозяйственных животных. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2016, № 6-5. С. 830-832.
- 7. H. Strathmann, "Electrodialysis". University of Twente, The Netherlands, 2000 Academic Press. URL: http://index-of.co.uk/Tutorials-2/Electrodialysis.pdf.

# СЕКЦІЯ «ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ I БЕЗПЕКИ В ТРАНСПОРТНІЙ ГАЛУЗІ»

УДК 625.577.2

### І.І. Андрієвський, М.І. Пашко

Херсонський фізико-технічний ліцей Херсонської міської ради pashko\_maxim@i.ua

### ПРОБЛЕМАТИКА ПОБУДОВИ ТА БЕЗПЕКИ КОСМІЧНИХ ЛІФТІВ

В наш час відбувається різке збільшення запусків космічних апаратів у космос з метою вивчення Місяця, близьких до Землі планет та інших об'єктів Сонячної системи. Відкриття води й корисних копалин вселяє впевненість у перспективу створення довгочасних поселень на Місяці та Марсі.

Наявність на Місяці великих запасів He<sub>3</sub> [1], який на думку багатьох вчених є дуже цінним енергетичним ресурсом [2], в майбутньому може викликати потребу значного збільшення запусків апаратів та вантажів як в прямому, так і в зворотному напрямі. В цьому разі, існуючі на даний момент реактивні двигуни, через дуже малий ККД та шкідливий вплив на навколишнє середовище не в змозі в повній мірі задовільнити потреби у кількості та собівартості таких запусків.

Для транспортного засобу, що рухається у вакуумі, джерелом його імпульсу і кінетичної енергії є паливо. Це паливо витрачається не тільки на розгін транспортного засобу та корисного навантаження, а значно більшою частиною йде на розгін ще не використаної частини палива, що дуже нераціонально. Однак, якби в цьому просторі був зафіксований об'єкт, який міг би контактувати з цим транспортним засобом, то розгін міг би відбуватися завдяки силі взаємодії з цим об'єктом. Таким чином, у разі створення стійкого тросу в космосі, з'явилася б можливість рухатися по ньому завдяки сонячним або іншим джерелам енергії, які б працювали тільки на розгін саме транспортного засобу. Ідею створення космічного ліфту висловлював ще Ціолковський [3]. А оскільки не існує заборони з точки зору фізики на побудову такої споруди, ідея досліджувалася багатьма іншими вченими. Побудова космічного ліфта змогла б знизити вартість доставки вантажу в космос, уникаючи дорогих пускових ракетних установок. Цей проект в даний момент привертає увагу багатьох членів космічного співтовариства, від інженерів і вчених до екологів і юристів, а також потенційних інвесторів у всьому світі [4,5].

Більшість існуючих робіт по цій тематиці досліджують можливість побудови та існування космічного ліфту, але безпеці існування такої конструкції увага ще не приділялася.

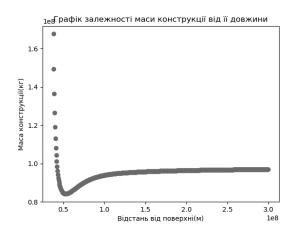
Тому метою нашого дослідження стало: створення такої математичний моделі тросу, яка б дозволила розрахувати його параметри, максимально наближених до реальності, здатних спряти оцінці можливості побудови всієї споруди.

Відомо, що всі реальні споруди повинні мати певний оптимальний за величиною коефіцієнт запасу міцності. Чим більший коефіцієнт запасу міцності, тим менша вірогідність руйнування її в екстремальних ситуаціях та тим більший термін її безпечного існування. Без сумніву, космічні споруди повинні мати набагато більший коефіцієнт запасу міцності ніж їх наземні аналоги. Однак на наш погляд не тільки більший, але і змінний за величиною: більший біля центру рівноваги системи трос ліфту — тросу противаги й менший біля кінців тросів. Оскільки для таких великих космічних споруд потрібно виключити будь-яку можливість розриву в тих місцях, де відірвана частина при падінні викликає найбільші руйнування.

В роботі проводиться теоретичне дослідження по проблемам побудови та використання в майбутньому космічного ліфту з точки зору фізики та техніки. Для розрахунку основних характеристик тросів та противаг земного та місячного космічних ліфтів створено модель статичних рівноважних тросів, висновки з яких дозволять оцінити матеріальні та фінансові затрати на побудову.

Для розрахунку параметрів тросів розроблено дві програми: в середовищі MATLAB та на мові програмування Python. Порівняно їх ефективність та для всіх подальших розрахунків обрано мову програмування Python, оскільки програма на її основі набагато швидша.

Для мінімізації вірогідності руйнування тросу або противаги космічного ліфту запропоновано не постійну, як береться в більшості існуючих дослідженнях, а змінну механічну напругу вздовж тросу та противаги, причому так, щоб при однаковому навантаженні вона була найменшою в самих небезпечних місцях, тобто коефіцієнт запасу міцності в таких місцях був найбільшим.



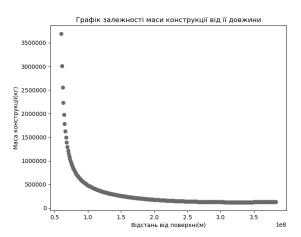


Рис. 1 – Графік залежності маси конструкції трос ліфта- трос противаги земного космічного ліфта від її довжини

Рис. 2 – Графік залежності маси конструкції трос ліфта- трос противаги місячного космічного ліфта від її довжини

Оскільки противага може використовуватися не тільки для стабілізації рівноваги тросу ліфту, а й для транспортування вантажів, то його довжина може обиратися відповідно до умов експлуатації. Тому був запропонований універсальний метод дослідження залежності маси конструкції від довжини тросу противаги. В результаті аналізу цієї залежності в рамках запропонованої моделі було виявлено наявність мінімумів мас конструкцій обох космічних ліфтів при певних значеннях довжин тросів їх противаг. Наявність такої залежності, на наш погляд, обумовлений особливостями використання моделі, де розглядається змінна механічна напруга та наявні кінцеві маси. Цей факт є цікавим і потребує подальших досліджень.

Проведено розрахунок мас та аналіз аварійних ситуацій при відриві окремих частин місячного космічного ліфту, який дозволив зробити висновок про безпечність даної конструкції для землян.

Менше значення маси місячного космічного ліфту в порівнянні із земним дозволяє стверджувати, що його побудова  $\epsilon$  легшою і менш затратною.

- 1. FA WenZhe., JIN YaQiu. Global inventory of Helium-3 in lunar regoliths estimated by a multi-channel microwave radiometer on the Chang-E 1 lunar satellite. *Chinese Science Bulletin*. 2010. №55. C. 4005–4009.
- 2. Dobbs R. E. Helium Three. Oxford New York: Oxford University press, 2001. 1054 c.
- 3. Циолковський КЕ. Грезы о земле и небе. М.: Академия Наук СССР, 1895. С.35.
- 4. Swan P. A., Penny R. Cosmic Study Overview–Space Elevator Feasibility. Proceedings of the 63rd International Astronautical Congress, International Astronautical Congress Paper IAC-12D.4.3.01, Naples, Italy, International Astronautical Federation, Paris, France. 2012. P. 1–6.
- 5. Tsuchida, A., Allison, A. Space Elevator Road Map 2011. 62nd International Astronautical Congress, International Astronautical Congress Paper IAC-11.D4.4.1, Cape Town, South Africa, International Astronautical Federation, Paris, France. 2001. P. 3–8.

УДК 621.9

### Д.О. Дмитрієв, С.А. Русанов, В.М. Панасенко, В.В. Рачинський

Херсонський національний технічний університет e-mail: dmitr\_da@ukr.net

### МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПОДОЛАННЯ ПЕРЕШКОД РІЗНОЇ ГЕОМЕТРІЇ ШИНАМИ АВТОТРАНСПОРТУ

Автомобільна шина — дуже складна, багатофункціональна конструкція. Основним призначенням шини  $\epsilon$  пом'якшення поштовхів і ударів, переданих на підвіску машини, забезпечення надійного зчеплення колеса з дорожнім покриттям, керованість, передача на дорогу тягових і гальмівних сил. Це один з найбільш важливих елементів колеса, що представляє собою пружну резино-метало-тканинну оболонку. Шина забезпечує контакт транспортного засобу з дорожнім полотном, призначена для поглинання незначних коливань, викликаних недосконалістю дорожнього покриття, компенсації похибки траєкторій коліс, реалізації та сприйняття сил.

В роботі розглянуто сучасні вимоги [1] і теоретичні підходи [2] щодо працездатності шин автотранспорту, проаналізовано методи оцінки пошкодження шин і їх вплив на експлуатацію автомобілів [3].

Характерні важкопрохідні ділянки доріг можна характеризувати їх схематичними профілями. Ці схематичні профілі різні між собою та однозначно характеризують конкретну ділянку дороги. Але вони складаються з нечисельного набору елементів профілю [4], які наведені вже у формалізованому вигляді в табл. 1.

Таблиця 1 - Аналітичне представлення формалізованих елементів типових ділянок дороги

<b>№</b>	Формалізований елемент профілю типової ділянки дороги	Вигляд аналітичного представлення
1	$Z_0$	${}^{0}Z_{d} = A \cdot {}^{0}X_{d} + A_{0}; A \stackrel{>}{\underset{<}{=}} 0; A_{0} \neq 0;$
2	$Z_{\circ}$ $^{\circ}$ $^{\circ}$ $Z_{\circ}$ $^{\circ}$	${}^{0}Z_{d} = \begin{cases} A\sin(a^{0}X_{d}); & A > 0; \\ A \sin(a^{0}X_{d}); & A < 0; \end{cases}$
3	$Z_{0}$ $Z_{0$	${}^{0}Z_{d} = \sum_{i=1}^{n} h_{i} \left[ u_{+} \left( {}^{0}X_{d} - {}^{0}X_{i\Pi} \right) - u_{+} \left( {}^{0}X_{d} - {}^{0}X_{iK} \right) \right] $ $h_{i} > 0; {}^{0}X_{i\Pi} < {}^{0}X_{iK};$

Для моделювання динаміки шини автомобіля треба розділити дві можливі обставини:

- динаміка з відривом від траси;
- динаміка з постійним контактом з трасою.

Для першого випадку критерієм відриву колеса від траси буде вважатися нульове значення реакції поверхні дорожнього полотна. Такі розрахунки потребують подвійного прогону циклу розрахункової моделі, для визначення значення реакції в даний момент часу, та істотного змінення алгоритму на тому ж кроці за часом при наявності відриву.

Умова відриву для горизонтальної траси може бути сформульована достатньо просто, а саме як перевищення відношення сил інерції до сил тяжіння значення одиниці, тобто необхідне контролювання комплексу  $\frac{a}{g}$ , де а — прискорення колеса, g — прискорення вільного

падіння. Наприклад, якщо траса представляє собою хвилясту лінію, що апроксимується виразом  $A\sin(wt)$ , то комплекс буде мати вигляд  $\frac{A\omega^2}{g} <> 1$ . Застосовано спеціалізоване

програмне забезпечення для моделювання об'єктів на вібруючих поверхнях «Виброслой 1.0» [5]. Нижче представлено демонстрацію роботи в системі для моделювання поведінки колеса автомобіля шириною 20 см з масою 20 кг, що попадає в дорожню перешкоду вказаного нижче вигляду рухаючись з прискореннями, що формують рух з відривом (масу автомобілю не враховуємо вважаючи за наявний згладжуючий ефект підвіски). Значення жорсткості шини взяті як перерахований уявний модуль пружності 60000 Н/м². Ударні навантаження не дають можливості прослідити за коливальними процесами в шині. Прослідити коливання шини під навантаженням можливо, якщо перешкода буде більш повільною, або буде менше швидкість автомобілю. Такий приклад наведено нижче (рис.1).

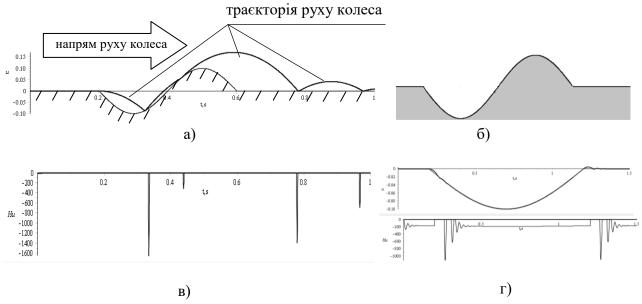


Рис. 1 – Приклад моделювання процесу подолання шиною перешкод:

- а) відскік колеса на перешкоді;
- б) геометрія перешкоди;
- в) ударні напруги в умовних одиницях на дорожньому покритті при відскоках колеса;
- г) подолання увігнутої внутрішньої перешкоди із значенням коливань шини

Колесо повільно з'їжджає на перешкоду з невеликим відривом та з наступним утворенням коливань в самій шині (в цьому випадку ефекту підвіски не спостерігається та на колесо приходиться відповідна маса автомобілю - даному випадку  $-300 \, \mathrm{kr}$ ).

- 1. Динаміка колеса автомобіля. Монографія / А.У. Абдулгазіс, Д.В. Абрамов, М.П., Артьомов, В.І. Гацько, 3.Е. Забелишенский, Д.М. Клец, О.О. Назарько, М.А. Подригало, О.С. Полянский, М.М. Потапов, В.Л. Файст; Ред. М.А. Подригало та Полянського. Х.:ХНАДУ, 2019. 199 с.
- 2. Механика шини: монография / В.А. Перегон, В.А.Карпенко, Л.П. Гречко и др. Харьков: ХНАДУ, 2011. 404 с.
- 3. Біліченко В.В., Добровольский О.Л., Ребедайло В.М. Ключові аспекти взаємодії шини з опорною поверхнею: монографія. Вінниця:ВНТУ, 2013. 214 с.
- 4. Зінько Р.В., Крайник Л.В., Горбай О.З. Основи констуктивного синтезу та динаміка спеціальних автомобілів і технологічних машин: монографія Львів: видавництво Львівської політехніки, 2019. 344с.
- 5. Програма «Віброслой 1.0». Авторське свідоцтво про твір №25051 від 24.07.2008, власник Русанов С.А.

УДК 656.25

О.В. Лазарєв

Український Державний університет залізничного транспорту lazal@ukr.net

### МОДЕЛЮВАННЯ ОЦІНКИ РІВНЯ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ

Показники якості й безперервності транспортного обслуговування багато в чому визначаються надійністю систем автоматики, які можна розглядати як сукупність взаємозв'язаних підсистем, що, у свою чергу, складаються з взаємозв'язаних елементів, і при цьому мають певні ресурси та зв'язки з оточуючим середовищем. Однак, універсальної методики щодо оцінки надійності складних та багатокомпонентних пристроїв немає.

Існує багато методів щодо оцінки окремих параметрів, основним недоліком яких є відсутність комплексного підходу до узагальнення кількісних і якісних факторів, що впливають на безпеку. Зокрема, використовуються об'єктивний та суб'єктивний підходи. Так, суб'єктивний підхід базується на оцінці електромеханіком стану апаратури та необхідного об'єму технічного обслуговування. Об'єктивний підхід грунтується на результатах діагностичних вимірювань та порівняння з нормативними значеннями.

Метою  $\epsilon$  визначення інструментальних засобів оцінки рівня надійності та ресурсу апаратури із застосуванням сучасних інтелектуальних методів.

Оцінка рівня надійності систем автоматики передбачає розв'язання низки теоретичних і методологічних питань: аналіз основних факторів, що впливають на формування стану апаратури, здійснений на засадах статистичних досліджень, відповідності фактичних показників чинним нормативам; адекватності зіставлення з показниками-взірцями, за які вважаються нормативи, врахування швидкості зміни параметрів.

Визначним є обґрунтування факторів (X, Y, Z), що впливають на стан апаратури систем автоматики та параметри досліджуваних об'єктів. Для оцінювання рівня надійності на системному рівні низка параметрів є недоступною для точного кількісного вимірювання. В реальних системах автоматики, як правило, не всі параметри відомі точно, оскільки вони можуть змінюватися в процесі експлуатації системи за заздалегідь невідомим законом чи бути недоступними для точного вимірювання. Якщо відомі межі зміни параметрів або діапазони їх можливих значень, то такі параметри є інтервально-невизначеними. Тому вводиться суб'єктивна компонента, яка виражається нечіткими оцінками і задається функціями належності певного фактора нечіткій множині.

З метою створення нечіткої системи для багатофакторного аналізу використовується теорія нечітких множин, яка має можливість швидкого моделювання складних динамічних систем. Визначені ключові елементи нечіткої моделі, яка буде використана для оцінювання рівня надійності. Побудовано дерево логічного висновку ієрархічних зв'язків факторів (X, Y, Z), де коренем дерева є безпека, а гілками, відповідно, є фактори, що впливають на цей рівень. Запропоновано узагальнений алгоритм оцінювання рівня безпеки шляхом ієрархічного нечіткого логічного виводу.

Розглядаючи показник надійності, з'ясовано, що головним його критерієм є безвідмовність функціонування апаратури. Дослідивши методики оцінки надійності в системі її впливу на якість перевезень, обгрунтовано домінуючі фактори в оцінці збереженості апаратури автоматики. На відміну від інших методик, нечітке моделювання дозволяє комплексно оцінити кількісні та якісні критерії і надати об'єктивну інформацію щодо рівня надійності. Це дозволяє комплексно й оптимально здійснювати відповідну оцінку надійності апаратури та на її основі розробляти заходи щодо покращення політики дистанції сигналізації та зв'язку в напрямку збереження і підвищення якості та безпеки перевезень.

### ЛІТЕРАТУРА:

1. Форнальчик С.Ю., Могила І.А. Проблема з вибором параметрів належності у нечітких алгоритмах керування рухом на регульованих перехрестях. *Вісник СевНТУ*. Вип. 143, 2013. С. 96-101.

УДК 656.25

Н.М. Лазарєва

Український Державний університет залізничного транспорту laznata@kart.edu.ua

### ЗАСТОСУВАННЯ ЧИСЕЛЬНИХ ДАНИХ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ БАЗИ НЕЧІТКИХ ПРАВИЛ КЕРУВАННЯ ШВИДКІСТЮ СКОЧУВАННЯ ВІДЧЕПІВ

В унікальних умовах роботи сортувальної гірки статистичні методи  $\varepsilon$  неприйнятними, оскільки немає можливості набрати статистику по варіантам рішення задачі управління скочуванням кожного відчепу внаслідок нескінченної множини комбінацій параметрів об'єктів та середовища. Знання про поведінку відчепів під час скочування обмежені й невизначеність з часом зростає, що не дозволяє чітко встановити параметри керування. Тобто, в загальному випадку відсутній конструктивний алгоритм, що за кінцеве число кроків дозволив би встановити параметри керування, які дозволяють отримати тотожність бажаних й реальних параметрів руху відчепів. Адекватною системою керування в умовах неточного опису ситуацій та інформації  $\varepsilon$  нейро-нечітка система.

Метою  $\epsilon$  проектування бази нечітких правил нейро-нечіткої системи керування швидкістю скочування відчепів на основі чисельних даних [1] з датчиків, розмішених на шляху скочування, та лінгвістичної інформації.

Представлено підхід до нечіткої кластеризації об'єктів керування та поточних ситуацій на основі грануляції [2] вхідної інформації про об'єкт та оточуюче середовище із застосуванням ієрархічного нечіткого логічного виводу. Гранули нечіткої інформації дозволяють виявити інтерпретовані нечіткі множини у відповідності з процедурою, яка зв'язує деяку ступінь корельованості прогнозованого результату з кожною інформаційною одиницею.

Для моделювання руху відчепів використовується рівняння динаміки переміщення відчепа на сортувальній гірці, розроблена програма на мові програмування С++ для визначення параметрів руху у кожній точці шляху. На основі імітаційного моделювання скочування як окремих відчепів, так і їх груп в різних поєднаннях за різних параметрів оточуючого середовища, виконується аналіз для кожного відчепа його ходових властивостей, положення на гірці та визначається керуючий вплив (сила гальмування) на основі експертних знань про те, на скільки потрібно загальмувати відчеп у такій ситуації, з урахуванням обмежень по нагону. На основі отриманих навчальних зразків для кожної поточної ситуації, інтерпретованої у нечітку множину, складається зразкове правило класифікації, яке допоможе раціонально створити глобальну об'єктну базу знань для керування швидкістю відчепів при скочуванні з гірки.

Розділення поточних ситуацій, що складаються на гірці у реальному часі, відбувається нечітким алгоритмом, метою якого є автоматична класифікація об'єктів, заданих векторами ознак у просторі. Вихідний сигнал керування відповідає поточній ситуації, виведеній з інформаційних гранул подій на вході з використанням створеної бази нечітких правил, при цьому, параметри правил адаптуються в процесі роботи з урахуванням динаміки процесу.

За допомогою нейро-нечіткого підходу показники точності прогнозування поведінки об'єкта на гірці та ефективність керування швидкістю скочування відчепів можуть перевищити показники чергового по гірці за рахунок того, що автоматична система не допускає помилок під час роботи. Застосована методика  $\epsilon$  ефективною і може бути використана для побудови нечітких системи керування у реальних умовах функціонування.

- 1. Рутковская Д., Пилинський М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. Пер. с польск. И.Д. Рудинского. М: Горячая линия Телеком, 2006. 452 с.
- 2. Y. Chang, S. Chen Temperature prediction based on fuzzy clustering and fuzzy rules interpolation techniques. 2009 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics. San Antonio, TX, USA. DOI: 10.1109/ICSMC.2009.5346229

УДК 655.06

### М.Ю. Ходнєв, М.Ю. Растьогін

Херсонський фізико-технічний ліцей Херсонської міської ради 1hodnevn1@gmail.com

### МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМ ПЕРЕДПУСКОВОГО ПІДІГРІВУ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Збереження і підтримка робочої температури двигуна внутрішнього згоряння  $\epsilon$  важливим і актуальним завданням. При цьому найбільш привабливим з економічної і технічної точки зору  $\epsilon$  акумулювання паразитного тепла, що виділяється при роботі двигуна внутрішнього згоряння з подальшим його використанням для передпускового підігріву.

*Метою дослідження*  $\epsilon$  вдосконалення системи передстартового підігріву ДВЗ, яка дозволить зменшити витрату палива та забруднення навколишнього середовища.

Найбільш прийнятним з практичної точки зору рішенням  $\epsilon$  використання теплоакумулятора на основі фазового переходу тверде тіло - рідина (під час процесу плавлення теплоакумулюючих матеріалів).[2] При цьому крім теплоти фазового переходу використовується теплота нагрівання твердої і рідкої фази. Перевагою таких конструкцій  $\epsilon$  висока питома теплова  $\epsilon$ мність, яка обумовить компактність конструкції. Крім того, сталість їх температури плавлення забезпечу $\epsilon$  більшу ефективність, ніж знижується температура систем акумулювання з нагрітим теплоносі $\epsilon$ м. Ємність теплового акумулятора на основі фазового переходу визначається не тільки зміною температури, але і агрегатного стану речовини і може бути визначена виразом [1]:

$$H = c_{ms}(T_{d} - T_{1}) + h_{d} + c_{p}(T_{2} - T_{d}), \tag{1}$$

де  $c_{\text{тв}}$  – питома теплоємність твердої фази;

 $h_{\phi}$  – ентальпія фазового переходу;

ср – питома теплоємність рідкої фази.

Для імітації роботи теплоакумулятора в реальних умовах було спроектовано та створено стенд (рис. 1), що складається з теплового акумулятора, помпи, що створює примусову циркуляцію рідини, повнорозмірного (комплектного) двигуна внутрішнього згоряння системи заслінок для управління потоками рідини. Теплоакумулятор в даному стенді є ємність, яку заповнюють охолоджувальною рідиною, в якій розташовані капсули з теплоакумулюючим матеріалом. Конструкція ємності дозволяє оперативно змінювати капсули (кількість), їх розташування, конструкція передбачає взаємне капсул можливість заміни теплоакумулюючого матеріалу. Нагрівач являє собою ємність з вмонтованим трубчастим електронагрівачем, необхідним для заряду акумулятора. Даний вузол дозволяє імітувати роботу двигуна внутрішнього згоряння.

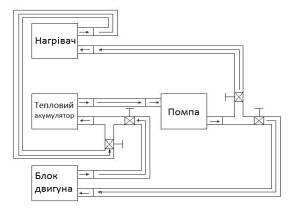


Рис. 1 – Схема стенду для випробування теплоакумуляторів

Початковим етапом експерименту є нагрів рідини в нагрівачі і її циркуляція через теплоакумулятор з метою розплавлення теплоакумулюючого речовини. В процесі заряду через рівні проміжки часу вимірюється температура рідини в теплоакумуляторі для контролю швидкості. При цьому затулки перешкоджають попаданню нагрітої рідини в двигун,. Після закінчення процесу заряду нагрівальний елемент відключається, рідина, що нагрівається колбами з розплавленим теплоакумулюючим матеріалом подається в блок двигуна внутрішнього згоряння. Процес триває до настання теплової рівноваги, що характеризується припиненням збільшення температури двигуна. В процесі прогріву, через рівні проміжки часу, вимірюється температура різних ділянок блоку двигуна і будується графік зміни температури даної ділянки з плином часу. Крім того, після закінчення процесу заряду витримується часовий проміжок, імітуючи процес зберігання тепла.[1]

В якості оптимального варіанту було обрано кожухотрубний теплообмінник з шаховим розташуванням трубок упоперек потоку. (рис. 2)

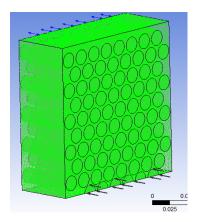


Рис. 2 – Кінцева модель секції трубчатки

Таким чином у ході роботи було вдосконалено систему передпускового підігріву і заощадження тепла при використанні збільшилася. Доведена простота встановлення передпускового нагрівача та ефективність його використання через час прогріву двигуна до робочої температури.

- 1. Вашуркін І.О. Теплова підготовка і пуск ДВЗ мобільних транспортних і будівельних машин взимку. СПб.: Наука, 2002. 145 с.
- 2. Dakota datebook, Headbolt heaters, University of Nebraska-Lincoln. Monday, February 16, 2004
- 3. Александров В. Д., Соболь О. В., Фролова С. А. Теплоаккумулирующие материалы на основе кристаллогидратов. Вісник Донецької академії автомобільного транспорту. Випуск 2009, 1(75). С.101.

## СЕКЦІЯ «ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В МЕДИЧНІЙ ГАЛУЗІ»

УДК 621.389

### Д.О. Резник, І.М. Пашко

Херсонський фізико-технічний ліцей Херсонської міської ради danielreznik3@gmail.com

### РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ АЗБУКИ ЖЕСТІВ ГЛУХОНІМИХ

В роботі проводиться дослідження по проблемам створення пристрою для глухонімих людей, який дозволятиме повноцінно замінити сурдоперекладача. Проведено дослідження по виготовленню діючої моделі, яка дозволила би продемонструвати частину функцій приладу.

На даний момент ведуться дослідження по розробці пристроїв, які дозволяють виправити певні фізичні вади. Мета роботи — виготовлення приладу для глухонімих, який здатний з мінімальною кількістю помилок розпізнавати букви та слова азбуки жестів глухонімих.

Пристрій виконаний на основі саморобних датчиків згину, акселерометрів та мікроконтролерів Arduino (рис. 1). Керуюча частина базується на основі смартфону, де знаходиться програма, яка розпізнає сигнали та керує приладом. Основною метою є постійне розширення словникового запасу та можливостей приладу на розпізнавання жестів та переводу на мову звуків.

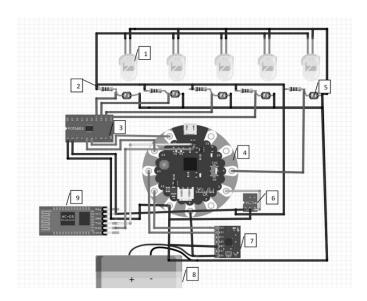


Рис. 1 – Принципова схема правого блоку пристрою:

- 1 світлодіод; 2 резистор опором 50 Ком;
- 3 розширювач аналогових портів ADS1115;
- 4 Arduino LilyPad USB; 5 фоторезистор; 6 радіо-модуль;
- 7 акселерометр; 8 акумулятор; 9 Bluetooth-модуль

Під час дослідження була вивчена фізіологія німоти: її причини та можливості по її виправленню. На основі цього аналізу визначили, що найчастіше німота розвивається при глухоті, що прилад не  $\epsilon$  ефективним при певних хворобах глухонімої людини.[1-3]

Були зроблені експериментальні дослідження по визначенню ефективного типу саморобних датчиків згину. Вирішили використовувати саморобний оптоелектронний датчик згину, який базується на зв'язці фоторезистора та світлодіоду, завдяки більш надійного відчування руху пальців під час спілкування.

В результаті зроблених досліджень та аналізу роботи з'ясовано достатню ефективність роботи пристрою. Заміна дуже дорогих датчиків на саморобні, на основі оптичних пар,

виявилася дуже успішною. Оптоелектронні датчики стабільно працювали із достатньою точністю, що сприяло розпізнаванню букв азбуки глухонімих.

Використання блока акселерометра в якості датчиків руху рук для розпізнавання окремих слів азбуки жестів виявилося цілком виправданим. Контролери на базі плати Arduino LilyPad цілком підходять для керування усіма датчиками. Використання радіо-модуля та Bluetooth-модуля дозволяє вільно передавати інформацію між частинами приладу, на даний момент тільки на комп'ютер.

Розпізнавання букв алфавіту заснований на принципу аналізу імпульсів струму створених певною конфігурацією згину тензодатчиків пальцями, з певним допуском похибки. Розпізнавання окремих слів створюється аналізом імпульсів струму виникаючих в блоці акселерометра при виконанні жестів рук.

Розроблена програмна частина дозволяла виконувати керування, усіма датчиками та модулями, виконуючи функцію вимірювання напруги, значень акселерометра, передача та аналіз даних та інше.

Хоча потрібно ще багато працювати для раціонального розміщення блоків на поверхні рукавичок та поліпшення належного контакту з пальцями рук та апробації приладу в різних умовах експлуатації можна стверджувати, що пристрій після доробки зможе стати надійним помічником для людей з вадами мови.

У подальшому планується передавання даних на смартфон та перетворення отриманої інформації з датчиків у гучну мову, заміна мідних проводі на струмопровідні ниті, які дозволять зменшити розміри та зробити прилад більш комфортним. Прилад потребує постійного навчання для більш якісного та ширшого розпізнавання жестів

Завдяки значним досягненням в області мікроелектроніки в наш час з'явилися різноманітні міні-модулі дуже складних електронних систем. Це дозволило створювати дуже компактні складні електроні пристрої в домашніх умовах на базу знань шкільної фізики та інформатики.

- 1. Багрова И. Г., Богданова Т. Г., Большакова Е. А. Сурдопедагогика. Учебник для студентов высших педагогических учебных заведений. М.: Коррекционная педагогика, 2014. 655 с.
- 2. Гусева Е. И., Коновалова А. Н., Скворцовой В. И., Гехт А. Б. Неврология: национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. 31 с.
- 3. Коркина М. В., Лакосина Н. Д., Личко А. Е., Сергеев И. И. Психиатрия: Учебник для студ. мед. вузов. М.: МЕДпресс-информ, 2006. 576 с.

УДК 62-529

### €.В. Чернозуб, І.М. Пашко

Херсонський фізико-технічний ліцей Херсонської міської ради evgeniy.chernozub@gmail.com

### РОБОТИЗОВАНИЙ ПОМІЧНИК З ДИСТАНЦІЙНИМ КЕРУВАННЯМ НА ОСНОВІ БІОМЕХАНІЧНОГО МАНІПУЛЯТОРУ

У світі існує багато людей з обмеженими можливостями через травми або хвороби. Багато з них позбавлені можливості пересування на тривалі періоди, не маючи можливості вести повноцінний спосіб життя. Вони потребують постійної допомоги від інших людей, що не завжди  $\epsilon$  можливим. Ми вважаємо, що гарним рішенням цієї проблеми  $\epsilon$  створення механічних помічників. Вони можуть взяти на себе деякі функції, які забезпечать більшу незалежність людям з обмеженими можливостями, тимчасово або на довгі періоди.

Також слід зазначити, на багатьох підприємствах та в окремих лабораторіях світу проводяться експерименти та дослідження, які можуть зашкодити здоров'ю працівників. Наведений у роботі пристрій зможе допомогти виконувати небезпечну роботу на відстані, повністю копіюючи рухи кінцівок користувача.

Сучасні технології вже дозволили створити декілька типів роботів, які можуть виступати в ролі помічників, але вони мають функції штучного інтелекту, та багато систем, котрі іноді  $\varepsilon$  надлишковими для помічників. Це робить цих роботів складними за будовою, та дуже ресурсовитратними. Тому виникла ідея, зменшивши функції штучного інтелекту, поклавши їх на користувача, значно спростити пристрій та зменшити його собівартість.

Першочерговою ціллю проекту було створення багатофункціонального пристрою який зміг би відтворювати під керівництвом користувача рухи рук людини дистанційно, для використання у побуті чи на підприємствах.

Впродовж двох років ми працювали над створенням прототипів «Помічника». За цей проміжок часу нам вдалося створити три прототипи нашого пристрою. Перші дві версії були конструктивно схожими (рис.1).

III прототип «Помічника» представлений на рисунку 1. Він побудований, враховуючи помилки і недоліки попередніх версій,  $\epsilon$  більш технічно спроектованим та ма $\epsilon$  великий набір функцій, тому ми розглянемо саме його будову і принципи функціонування.

Основна, маніпулюючи частина, містить в собі поєднання двох пристроїв: біомеханічного (тобто того, що копіює і вигляд і функції) протезу кисті людини, а також досить розповсюдженого промислового 6-осьового маніпулятору. Ми використали саме протез руки людини через його, відпрацьовану на практиці, високу функціональність. Перші її версії були виготовлені на 3Д принтері, мали високу масу та низький запас функцій. Але, шляхом покращень, ми прийшли до версії, виготовленої з органічного скла, яка є більш функціональною, міцною та естетичною. Шести-осьовий маніпулятор виготовлений з металу. За відтворення рухів справжньої руки людини відповідають серводвигуни (обертальний момент сили від 1-20 кг/см, залежно від вузлу пристрою). Уся система встановлена на рухому платформу, що набагато збільшує функціональність пристрою.

За обмін даними з користувачем відповідає спеціальний «пульт» керування, який є поєднанням двох систем: телефоном та спеціальної сорочки з датчиками і мікроконтролером, яка одягається на користувача. Як вже зазначалось, у сорочку вшиті спеціальні датчики — датчики вигину. Ці пристрої здатні змінювати свій опір при механічних деформаціях. На цьому ефекті й базується робота нашого пристрою. При русі пальців та суглобів, деформуються датчики вигину, через що змінюється опір, а як наслідок, змінюється сила струму в датчику — ці зміни потрапляють в пульт, де їх аналізує і обробляє контролер, вшитий у сорочку. Далі, за допомогою радіо-модулів, контролер посилає данні на платформу пристрою, де розташований ще один мікроконтроллер, який, приймаючи данні, аналізує їх, і , залежно від результату скеровує серводвигун до руху, відтворюючи рух реальної кінцівки. За

таким принципом нам вдалося досить точно відтворити майже усі можливі рухи кінцівки. Для більшої точності відтворення, необхідні пристрої, які аналізують нервові імпульси м'язів.

Ми зазначали, що у системі наявний мобільний телефон. Він слугує для вибору режимів керування пристрою : ручне керування, та голосове. За допомогою спеціального програмного забезпечення, телефон з'єднується з Bluetooth модулем, який розташований на платформі. При виборі ручного керування, користувач може керувати пересуваннями платформи пристрою за допомогою звичайного «джойстику». Якщо ж користувач обрав голосовий режим керування, активується система розпізнання голосу, побудований на платформі EasyVR. Це дозволяє керувати платформою віддаючи різні голосові команди. Зараз ми працюємо над функцією зворотного зв'язку користувача і пристрою через цей модуль.

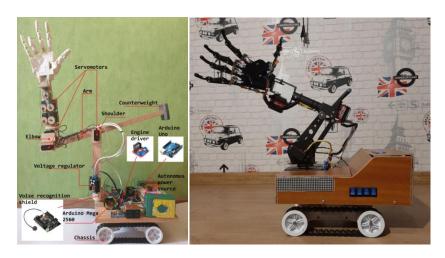


Рис.1 – II прототип «Помічника» (зліва), III прототип «Помічника» (справа)

В подальшому ми плануємо встановити в пристрій відеокамеру, яка, за допомогою міні комп'ютера Raspberry Pi, буде безперервно транслювати відео дій маніпулятора користувачеві на телефон. Це значно розширить радіус дії пристрою, і дозволить працювати ним у недосяжних для людини місцях.

- 1. Робо-рука с дистанционным управлением от перчатки и Arduino. Arduino-DIY. URL: http://arduino-diy.com/arduino-robo-ruka-s-distantsionnym-upravleniy em-ot-perchatki
- 2. Arduino для начинающих. Урок 4. Управление сервоприводом. Занимательная робототехніка. URL: http://edurobots.ru/2014/04/arduino-servoprivod.
- 3. Arduino и датчик изгиба. Digitrode. URL: http://digitrode.ru/computing-devices/mcu\_cpu/716-arduino-i-datchik-izgiba.html.
- 4. Как работают бионические конечности. *Популярная механіка*. URL: https://www.popmech.ru/technologies/12782-kak-rabotayut-bionicheskie-konechnosti.
- 5. Как работают бионические протезы. *Популярная механіка*. URL: https://www.popmech.ru/science/235633-kak-rabotayut-bionicheskie-protezy.

Наукове видання

XHТУ APM – 2020

Матеріали
VIII Всеукраїнської
науково-практичної конференції
студентів, аспірантів
та молодих вчених
з автоматичного управління
присвячена Дню космонавтики

Праці конференції

Підписано до друку 08.04.2020 р. Формат 60×84 1/8. Друк: різографія. Гарнітура Times New Roman. Наклад 100 прим. Замовлення № 1449.

Видавництво ФОП Вишемирський В.С. Свідоцтво серія ХС №48 від 14.04.2005 видано Управлінням у справах преси та інформації 73000, Україна, м.Херсон, вул. 40 років Жовтня, 138, тел. 050-514-67-88, 080-133-10-13, e-mail: vvs2001@inbox.ru