

Міністерство освіти і науки України  
Національна академія наук України  
Південний науковий центр НАН та МОН України  
Чорноморський національний університет імені Петра Могили  
Первинна профспілкова організація ЧНУ імені Петра Могили  
Інститут української археографії та джерелознавства ім. М. С. Грушевського НАНУ  
Державний архів Миколаївської області  
ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України»  
Державний аграрний університет Молдови (Кишинів)  
Університет гуманітарних та природничих наук ім. Яна Длугоша (Польща)  
Університет імені Адама Міцкевича (Польща)  
Leipzig University of Applied Sciences (Німеччина)  
Ca' Foscari University, Venice (Італія).



**ОЛЬВІЙСЬКИЙ ФОРУМ – 2021:  
стратегії країн Причорноморського регіону  
в геополітичному просторі**

XV Міжнародна наукова конференція  
10–13 червня 2021 р., м. Миколаїв

**ТЕЗИ**

**Комп'ютерна інженерія.  
Інтелектуальні інформаційні системи.  
Моделі, методи та засоби програмної інженерії.  
Автоматизація та комп'ютерно-інженерні технології**



Миколаїв  
2021

Ольвійський форум – 2021 : стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі : XV Міжнар. наук. конф. 10–13 червня 2021 р., м. Миколаїв : тези доп. : Комп'ютерна інженерія. Інтелектуальні інформаційні системи. Моделі, методи та засоби програмної інженерії. Автоматизація та комп'ютерно-інженерні технології / Чорном. нац. ун-т ім. Петра Могили. – Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2021. – 112 с.

**Секція  
КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ**

**Підсекція: КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ**

УДК 004.42

**Бойко А. П.,**  
*канд. техн. наук, доцент кафедри комп'ютерної інженерії,*  
**Бабичев О. Є.,**  
*студент 405 групи,*  
*ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

**ЕЛЕКТРОННИЙ КОДОВИЙ ЗАМОК НА БАЗІ ARDUINO**

Електронний замок – спеціальний електронний пристрій, необхідний для того, щоб запобігти доступу в закрите приміщення сторонніх осіб, або обмежити вихід з приміщення. Система контролю приймає рішення про дозвіл на доступ в приміщення на основі сигналів від різних пристроїв: зчитувачів магнітних карт, штрих-кодів, датчиків контактної пам'яті, біометричних датчиків, клавіатури для введення коду, дистанційного керування та інше. У більшості випадків електронний замок є частиною складної системи контролю доступу в приміщення, в якій механізми, що перешкоджають доступу в приміщення, використовують електромеханічні і електромагнітні запірні пристрої.

Електронні кодові замки мають одну суттєву перевагу перед механічними – блок управління може перебувати в відстані від основного пристрою. Його можна встановити в будь-якому місці, а також зробити непомітним – це основа принципу замку-невидимки. Коли немає інформації, який датчик використовується в тому чи іншому місці, проблематично обійти захисний пристрій. Крім того, сучасний кодовий замок – це високотехнологічний пристрій, що керується за допомогою мікроконтролера, а це мільйони різних комбінацій.

Використання мікроконтролера дозволить спростити основні маніпуляції з системою контролю доступу і з самим електронним замком. Дуже важним моментом мікроконтролерного управління є те, що в будь-який час (перепрограмував мікроконтролер), користувач може отримати нові функції, а також може бути розширений функціонал пристрою та додані нові потужності. Виходячи з цього, перспективно розробити, створити та налагодити пристрій контролю доступу на мікроконтролерному управлінні.



**Бойко А. П.,**  
*канд. техн. наук, доцент кафедри комп'ютерної інженерії,*  
**Чернявський Р. А.,**  
*бакалаврант спеціальності комп'ютерна інженерія,*  
*ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

## **ІНТЕРАКТИВНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ІГРОВОЇ СИСТЕМИ**

В наш час значна увага приділяється всебічному розвитку дітей. Для підвищення рівня мотивації дітей до навчання необхідно, щоб заняття проходило в максимально цікавій та інформативній формі. Для цього рекомендується використовувати, поряд з традиційними методами навчання, сучасні технології та прийоми. Використання в навчальному процесі інтерактивного обладнання, в тому числі інтерактивних пісочниць, дозволяє забезпечити інтеграцію пізнавального, мовного та соціально-комунікативного розвитку дітей.

Інтерактивна пісочниця – це технологія доповненої реальності суть якої полягає у створенні проєкції певного зображення на піску, що реагує на рух людини та взаємодію з піском. Ігри з піском – одна з форм природної діяльності дитини. Вони позитивно впливають на емоційний та інтелектуальний розвиток дитини, здатні стабілізувати його емоційне самопочуття. Властивості піску дозволяють виробляти різноманітні маніпуляції з ним, що значно підвищує інтерес до діяльності. За допомогою проєктування зображення ігрової поверхні та тривимірних об'єктів на пісок можна отримати ефект об'ємних фігур та вивести інтерактивну взаємодію з віртуальним середовищем на новий рівень, що дасть змогу надавати освіту дитині у широкому діапазоні знань та навичок в ігровій формі.

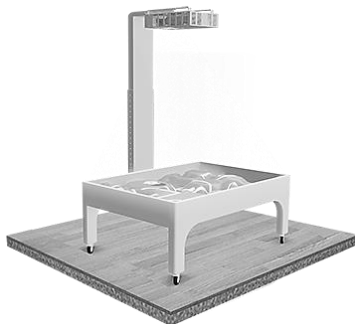
Інтерактивні пісочниці, що набувають широкого розповсюдження, мають велику кількість режимів, кожен з яких відповідає певній тематіці.

Тематикою проєкту, що розроблюється, є український національний етнос. Поставленим перед користувачем завданням є створення та розвиток українського селища козаків. В проєкті планується відобразити козаків, їх житло та елементи козацького побуту. Таким чином, діти можуть граючись розвиватися та ознайомлюватися з рідною культурою.

Дана технологія чудово підходить в якості розважальної, освітньої та реабілітаційної платформи. За допомогою інтерактивного піску діти мають можливість не тільки в ігровій формі отримувати навчальний матеріал, а й засвоїти управління інтерактивними об'єктами, розвинути дрібну моторику рук, візуальну пам'ять, реакцію та навички комунікації.

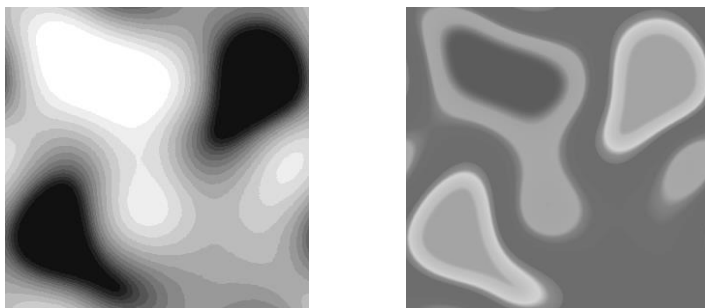
Конструкція складається з ємності наповненої піском, камери та проектору, що розміщується на стелі, або стіні (рис. 1).

Система працює наступним чином: камера, що виступає у ролі сенсора глибини заміряє відстань до піску, програмне забезпечення обробляє отримані від сенсора дані і подає до проектора команди, яким кольором підсвічувати конкретну ділянку пісочниці (рис. 2).



**Рис. 1.** Конструкція інтерактивної пісочниці

Потім на пісок проєктуються текстури водних об'єктів, гір та 3D моделі елементів проєкту відповідно до висоти.



**Рис. 2.** Перетворення інформації про глибину у кольоровий рельєф

Вся візуальна частина виконана у програмному середовищі Blender. А вся подальша реалізація спроектована на платформі Unity.

Таким чином, можна зробити висновок, що використання подібних технологій та систем дозволяє удосконалити навчальний процес, так як завдяки своїй новизні здатні викликати щирий інтерес не тільки у дітей, але і у дорослих. А відносна низька собівартість у реалізації та гнучкість до створення нового розвиваючого контенту сприяє швидкій окупності затрачених ресурсів.

**Бурлаченко І. С.,**  
*старший викладач кафедри комп'ютерної інженерії,*  
**Овчар С. В.,**  
*бакалаврант,*  
 ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

## ДОСЛІДЖЕННЯ ШВИДКОСТІ ПЕРЕДАЧІ ЗОБРАЖЕНЬ WEB-СЕРВЕРАМИ НА БАЗІ ESP32-CAM ТА RASPBERRY PI

Людина сприймає світ переважно за допомогою отримання візуальної інформації про навколишнє середовище. Фото- та відеоматеріали сприймаються людиною швидше за текстову інформацію, навіть якщо вони стосуються одного і того ж явища. Наявність бортових камер є одним із ключових факторів, що дозволяє керувати робототехнічними засобами, що знаходяться за межами прямої видимості. Технології бездротового передавання даних, в свою чергу, полегшують реалізацію візуального управління. Проте бездротові технології мають дещо нижчу швидкість передавання даних, що спричинить затримку відображення графічної інформації. Враховуючи цю особливість, завданням даного дослідження було обрано тестування передачі відеоматеріалів через мережу Інтернет та за допомогою сервісу ngrok.

Ngrok – це сервіс для тунелювання локального комп'ютера користувача, тобто, резервується деяка публічна адреса, всі звернення до якої передаються на локальний порт. Доступ організовується через створений при запуску ngrok безпечний тунель. Після запуску, сервіс відобразатиме інтерфейс у терміналі із загальнодоступною URL-адресою тунелю та іншою інформацією про стан та показники про з'єднання, здійснені через тунель.



```

Tunnel Status      online
Version            2.0/2.0
Web Interface      http://127.0.0.1:4040
Forwarding         http://92832de0.ngrok.io -> localhost:80
Forwarding         https://92832de0.ngrok.io -> localhost:80

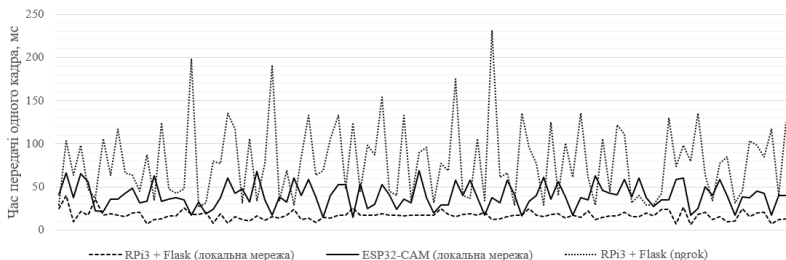
Connections
  ttl    opn    rt1    rt5    p50    p90
    0     0     0.00  0.00  0.00  0.00
  
```

**Рис. 1.** Типовий інтерфейс сервісу ngrok

Відразу після запуску, можна побачити, що сервіс створив тимчасовий піддомен виду 92832de0.ngrok.io для організації доступу на ПК, а локально за адресою 127.0.0.1:4040 була запущена панель, в якій відображаються дані про віддалені підключення до тунелю.

Для передавання відео було вирішено протестувати модулі Raspberry Pi 3 Model B+ з вбудованою камерою та ESP32-CAM. Для реалізації передачі відеоматеріалів за допомогою Raspberry Pi було вирішено використовувати вбудовану камеру, під'єднану до плати та увімкнену у конфігурації плати, а також Python OpenCV, що отримує доступ до вбудованої камери через модуль Python під назвою PiCamera. Налаштування камери відбуваються у gaspi-config. Для відображення потоку у веб-браузері використано веб-фреймворк Flask. Браузер автоматично буде оновлювати елемент, в якому буде розміщено відеоматеріал, відображаючи в ньому потік зображень JPEG розміру  $2592 \times 1944$  пікселів (стандартний розмір зображення модулю камери першої версії для Raspberry Pi), що надходять з Flask, оскільки відповіді, що складаються з багатьох частин (в даному випадку – відповідь типу multipart/x-mixed-replace), підтримуються у більшості браузерів. Тег `<img>` у HTML-відповіді, джерелом зображень для якого є маршрут серверу `</video_feed>`, після отримання нового зображення з серверу відображає його на HTML-сторінці без оновлення сторінки.

Принцип реалізації такого функціоналу з використанням ESP32-CAM відрізняється лише обраним стеком технологій, а саме – фреймворком Arduino, бібліотеками Espressif для роботи з модулем камери OV2460 та розгортання асинхронного веб-серверу на базі мікроконтролера, за передавання зображення та початкового HTML-документу у якому відповідають два об'єкти типу `httpd_handle_t`. Експериментальним шляхом було обрано розмір зображення з камери у  $800 \times 600$  пікселів через якість зображення та швидкість його передачі. Тестування швидкості проводилось як у локальній мережі, так і через тунелі ngrok. Було отримано наступні результати досліджень:



**Рис. 2.** Швидкість передачі зображень з серверів



Як бачимо з рис. 2, при передаванні зображень у межах локальної мережі можна очікувати на відеоматеріал з мінімальною частотою оновлення у 30 кадрів за секунду з камери Raspberry Pi, та приблизно 25 кадрів у секунду з модулем ESP32-CAM. Проте навіть на Raspberry Pi, більш потужній обчислювальній платформі, передавання зображень через тунелі Ngrok виконується нерівномірно і з великими часовими затримками, що роблять неможливим якісне управління робототехнічними пристроями. Тому тестування тунелів на сервер, розгорнутий на ESP32-CAM було вирішено не проводити.

В результаті досліджень було розроблено застосунки для передачі зображень з вбудованих модулів камер на базі обчислювальних платформ Raspberry Pi та ESP32-CAM. Вимірювання швидкості отримання браузером одного кадру як і у межах локальної мережі, так і за допомогою тунелів, показало, що використання сервісів з функціоналом, подібним до ngrok, не дає швидкості, необхідної для отримання якісного відеоматеріалу з бортової камери. Розроблені програмно-апаратні рішення мають перспективи масштабування та імплементації інших високошвидкісних технологій передачі даних, що дозволять отримувати достатню якість відео на великих відстанях.

УДК 004.045

**Бурлаченко І. С.,**  
*старший викладач кафедри комп'ютерної інженерії,*  
**Шевченко О. В.,**  
*бакалаврант,*  
*ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ШВИДКОДІЇ WEB-СЕРВЕРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ WEB-ФРЕЙМВОРКІВ**

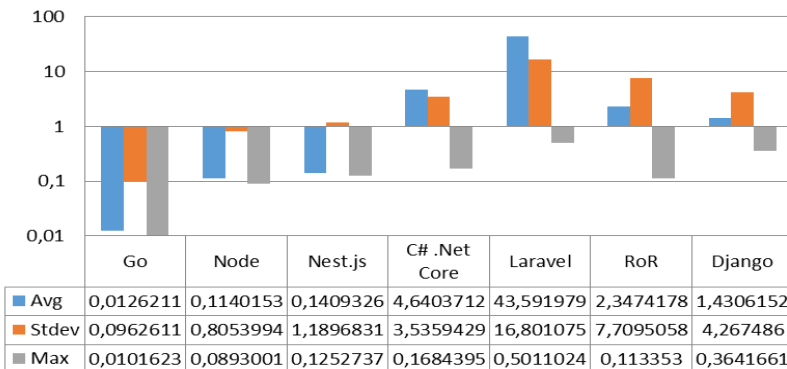
При розробці будь-якого програмного продукту, перш за все, розробники повинні правильно вибрати програмну платформу, яка визначає структуру програмної системи. Для цього слід врахувати досить велику кількість характеристик: ефективність обробки даних, швидкість відповіді, надійність, популярність на ринку (для швидкого пошуку працівників та підтримки), перспективність технології. Потрібно виконати порівняльний аналіз веб-фреймворку, швидкість та функції відтоку, реалізовані в ньому або в сумісних з ним модулях.

Але який веб-фреймворк кращий, швидший і продуктивніший? Використання типової конфігурації проекту з використанням веб-фреймворку не є достатньою умовою, проте є гарною відправною точкою для розуміння базової функціональності веб-фреймворку. Не всі

веб-фреймворки є оптимізованими з точки зору швидкодії. Тому в експериментальному тесті не видалялись початкові елементи конфігурації проєктів.

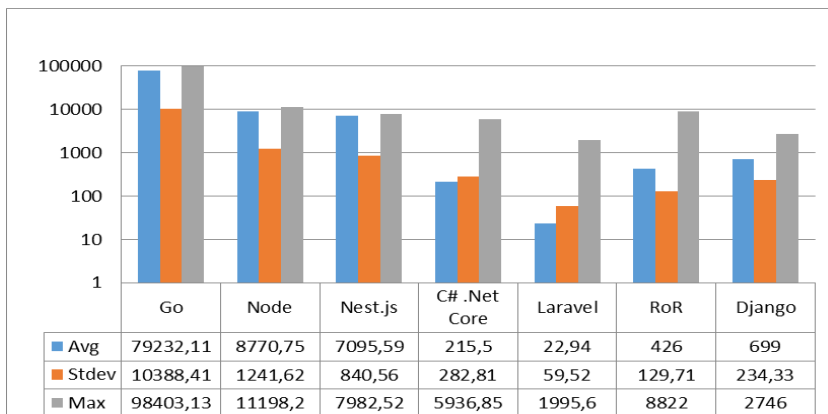
Для тестів було обрано не тільки веб-фреймворки, а й чисті технології, до складу яких вже вбудовані веб-сервери. Для тестів було обрано наступні технології: Go 1.16.3, Node v15.11.0, Nest.js 7.6.15, .Net Core 3.0, Laravel 8.0, Ruby on Rails 6.0, Django 3.1.

Для дослідження швидкодії веб-серверів, при створенні яких використовувалися вищезазначені фреймворки було обрано навантажувальне тестування (load testing). Даний вид тестування дозволяє оцінити поведінку програмної системи при зростаючому навантаженні. Для навантажувального тестування через HTTP протокол було обрано Bombardier, що написаний мовою програмування Go і використовує швидку бібліотеку fasthttp замість стандартної http. Після тестів було отримано результати представлені на рис. 1 та рис. 2. Альтернативою Bombardier є застосунок JMeter, що також призначений для тестування продуктивності веб-серверів і використовується як автоматичний інструмент для тестування з тестовими даними, а також як інструмент для функціонального тестування веб-застосунків, файлових серверів, веб-серверів і навіть баз даних. В ході експериментів було досліджено важливі характеристики JMeter. Застосунок можна конфігурувати так, щоб він симулював N-ну кількість користувачів і потоків, які завантажують певний веб-сервер або веб-застосунок. Створюючи симульоване навантаження на веб-застосунок, Jmeter вимірює його продуктивність. Більш того, ви можете задати кілька повторів з циклами, щоб отримати усереднений результат, а також подивитися результати тестування в графічному і статистичному вигляді.



**Рис. 1.** Швидкість обробки 1 запиту веб-застосунком, ms

За результатами можемо зробити висновки, що для невеликих веб-застосунків краще використовувати чисті технології. Зауважимо, що тільки в Laravel використовувалась велика кількість вбудованих бібліотек і патерн MVC. Для наочності було обрано логарифмічну шкалу рівню 10, тому при аналізі результатів потрібно приділити цьому увагу.



**Рис. 2.** Кількість запитів до веб-застосунку в секунду

Веб-фреймворки мають специфічні умови застосування. Якщо було обрано невеликий веб-фреймворк, і потрібно розроблювати веб-застосунок, що відрізняється від нескладних застосунків або REST API, тоді ви, вірогідно будете мати справу з проблемами при розширенні функціональних можливостей, і навпаки – надмірністю повнофункціонального, великі веб-фреймворки спричинять фінансові витрати на розміщення контенту під великим навантаженням. В результаті було зроблено висновок, що в умовах обмеженості ресурсів Raspberry Pi доцільним є розроблення веб-серверів на основі Go та веб-фреймворку Nest.js.

УДК 004.67:004.77

**Веселовський В. Д.,**  
бакалаврант,

*ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

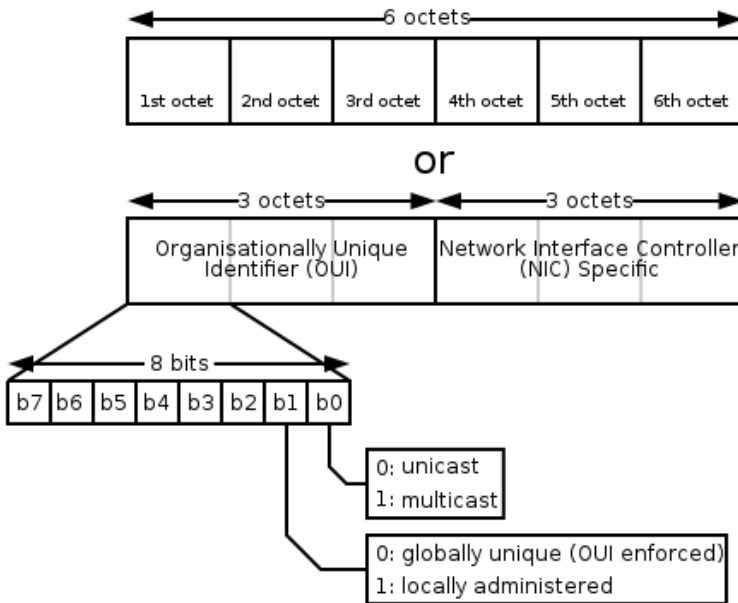
### **СИСТЕМА СКЛАДАННЯ WIFI-МАПИ ПЕРЕМІЩЕННЯ ПРАЦІВНИКІВ ТЕРИТОРІЄЮ ОРГАНІЗАЦІЇ**

Системи складання мапи переміщення набули своєї актуальності в сучасному світі, адже на базі цих систем можливо створити такі речі, як

побудова навігаційних маршрутів, оцінювання кількості працівників в організації, можливість пошуку телефону чи WiFi-трекера в межах системи. Найбільшою перевагою даної системи перед іншими є її точність при обчисленні, а також гнучкість при несправності компонентів.

Метою даної роботи є розробка програмного забезпечення, яке зможе визначити місцезнаходження пристроїв працівників й запам'ятовувати місце перебування на основі даних з бездротових точок доступу. Також у майбутньому можливо візуалізувати ці дані та нанести на план приміщення.

Основним джерелом даних для зазначеної системи є шестибайтна MAC-адреса пристрою (рис. 1). Ця MAC-адреса для кожного девайсу є унікальною, тому використовується для ідентифікування кожного компоненту мережі.



**Рис. 1.** Структура MAC-адреси

Також важливою джерелом даних є рівень сигналу. Рівень сигналу показує, наскільки пристрій віддалений від точки доступу. Сигнал характеризується числовим значенням дБм й чим ближче до нуля – тим краще пристрої можуть передавати дані один одному. Крім того, важливо встановити, що факт належності прийнятого радіовипромінювання до класу радіосигналів від ідентифікованих в системі WiFi-

пристроїв саме працівників. Це можливо шляхом послідовних перевірок енергетичної, модуляційної та структурної ознак сигналу.

Після збирання вищезазначених даних в СКБД розроблювана система аналізує час, рівень сигналу та MAC-адресу кожного пристрою та відображає їх на екрані у зручному та читабельному вигляді.

УДК 004.67

**Журавська І. М.,**  
*д-р техн. наук, професор,*  
**Обухова К. О.,**  
*магістр, викладач,*  
*ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

## **ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ БІЗНЕСУ**

Стрімкий розвиток діджиталізації в Україні на теперішній час охопив вже практично всі галузі господарства. Сучасні безпілотні RTK-технології, складання цифрових мап, цифровізація інспекції та предиктивне обслуговування (від. англ. PdM – predictive maintenance) інженерно-технічних споруд (лінії електропередачі, мости, пам'ятки культури, високоповерхові будівлі й т. п.) здатні суттєво підвищити ефективність роботи інформаційно-технічних систем в енергетиці, транспортній галузі, агрономії, геодезії, тощо, але потребують опанування навичок використання новітніх комп'ютерних систем, у т. ч. з використанням безпілотних літальних апаратів (БпЛА). Незворотність цього процесу забезпечуватиметься також рішенням ЄС надати Україні 20 млн євро фінансової підтримки в межах проекту EU4DigitalUA, починаючи вже з 2021 р.

Метою даної роботи є планування шляхів забезпечення процесу цифрової трансформації бізнесу інформаційно-комунікативними каналами зв'язку, обладнанням, та вирішення поточних проблем налаштування обладнання для діджиталізації професійної діяльності користувачів.

Слід відмітити вже достатньо високий рівень опанування користувачами українського е-сервісу державних послуг «Дія» – скорочення від «Держава і Я», – розробленого та запущеного у 2019 р. Міністерством трансформації України. Так, на онлайн-платформі «Дія. Бізнес» можна знайти 100+ бізнес-ідей для заснування власної справи, список ідей для бізнесу, шаблони усіх робочих документів. Наприклад, реєстрацію фізичної особи-підприємця (ФОП) можна здійснити БЕЗКОШТОВНО

буквально протягом 10 хвилин за 3 кроки: Авторизуйтесь, Заповніть форму та Підпишіть заяву електронним підписом. Не можна не відзначити максимальне спрощення отримання кваліфікованого цифрового підпису (раніше – ЕЦП) завдяки механізму, впровадженому на порталі «Приват24». У режимі реального часу генерується файл ЕЦП, який можливо скачати та зберігати на будь-якому носії (рис. 1). Також слід приділяти увагу навчанню використання новітніх безконтактних засобів розрахунку (рис. 1). Так, наприклад, Ощадбанк та Visa представили каблучку з NFC-чіпом, яка ще й не боїться атмосферних впливів.



**Рис. 1.** Безконтактні засоби розрахунку

Слід також порушити питання щодо довіри та безпеки персональних даних в Інтернеті, адже людина може завантажити з порталу «Дія» до смартфона через мобільний застосунок електронні версії вже 9 власних документів: ID-карту, біометричний паспорт, посвідчення водія та ін. Але поки що не можна з впевненістю сказати, що цифрові документи в смартфоні є більш захищеними, ніж фізичні.

Великим сегментом діджиталізації сучасного світу стала організація дистанційної освіти та відеоконференцій. Найбільш розповсюдженими програмними застосунками слід визначити MS Team (до 250 учасників), Google Meet (до 100 учасників ЗАРАЗ безкоштовно), Zoom (до 1000 учасників 40 хв безкоштовно), а також інші не менш

ефективні засоби. Слід зазначити, що все вищеперелічене неможливе без потужного розвитку каналів 4G-зв'язку в Україні.

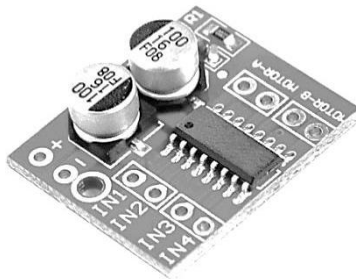
Таким чином, створення цифрових платформ сприяє веденню бізнесу як в Україні, так і в межах ЄС. Для прискорення процесів діджиталізації треба розширювати впровадження відповідних навчальних дисциплін в освітні програми.

УДК 004.67:004.77

**Кушнір С. Ю.,**  
бакалаврант,  
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

### **АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА ПОДАЧІ КОРМУ ДЛЯ ДОМАШНІХ ТВАРИН**

Для зайнятих людей та тих, хто багато подорожує актуальною є створення системи-годівниці для домашніх тварин. Однією з основних складових такої системи є електродвигун та драйвер для управління електродвигуном. Для створення такої системи було обрано драйвер MX1508 (рис. 1).



**Рис. 1.** Драйвер MX1508

Основний чіп модуля це мікросхема MX1508, що складається з двох Н-мостів (H-Bridge), один для виходу А, другий для виходу В, кожен канал розрахований на 1,5 А з піком 2,5 А. Н-міст широко використовується в електроніці і служить для зміни обертання двигуном, схема Н-моста містить чотири транзистора (ключа) з двигуном в центрі, утворюючи Н-подібну компоновку. Принцип роботи простий, при одночасному закритті двох окремих транзисторів змінюється по-

лярність напруги, прикладеної до двигуна. Це дозволяє змінювати напрямок обертання двигуна. Керувати двигунами можна низьковольтною напругою, нижче, ніж напруга на платі Arduino. Для керування швидкістю використовується широтно-імпульсна модуляція (PWM).

Основні входи/виходи на драйвері:

- Вихід «+» та «-» – живлення модуля і двигунів, від 2 до 10 В;
- Вхід A1 і A2 – використовуються для керування напрямком обертання двигуна А;
- Виходи B1 і B2 – використовуються для керування напрямком обертання двигуна В;
- Виходи MOTOR А – роз'єм для двигуна А;
- Виходи MOTOR В – роз'єм для двигуна В.

УДК 004.725

**Пузирьов С. В.,**  
*д-р техн. наук, професор,*  
**Смолянник Я. В.,**  
*бакалаврант,*  
*ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

### **ІНТЕГРАЦІЯ КАМЕРИ ESP32-CAM OV2604 З МОБІЛЬНИМИ МЕСЕНДЖЕРАМИ**

Однією з важливих складових Інтернету речей (Internet of things, IoT) є засоби та інструменти інтеграції IoT-пристроїв з мобільними терміналами користувачів, зокрема із месенджерами, найпопулярнішими з яких є Viber, Telegram, WhatsApp, Snapchat. Функціональні можливості месенджерів дозволяють об'єднувати у мережі не тільки людей, але й технічні пристрої, зокрема IoT-пристрої. Це допомагає користувачам оперативно отримувати інформацію з різних підключених пристроїв на свій месенджер, в будь-який момент часу, в будь-якому місці.

Однією з популярних можливостей сучасних месенджерів є обмін фото- та відеоданими між користувачами. Ці можливості можна використовувати для прийняття вхідного відеопотоку з різноманітних пристроїв, які можуть його формувати, наприклад камери.

В даній роботі представлено концепт безпроводної камери, інтегрованої із заданим месенджером через його API (прикладний програмний інтерфейс). За допомогою такого пристрою (або мережі пристроїв) можна:

- вести спостереження за певною територією у полі зору камери;



– оперативно передавати відеодані або статичні зображення користувачу;

– виконувати попередню обробку зображення або відеопотоку.

В якості апаратного модуля використовується wifi-камера ESP32-OV-2604, яка може передавати дані до Telegram-месенджеру за допомогою спеціально створеного бота.

Відеодані відправляються до бота за допомогою протокола MQTT, який побудований поверх TCP/IP та орієнтований для обміну інформацією між пристроями за принципом «Producer-Consumer».

Перевагами протоколу MQTT є:

1. Простота використання. Це програмний блок без зайвої функціональності, що може бути легко вбудований в будь-яку складну систему.

2. Зручність для більшості рішень з датчиками. Дає можливість пристроям виходити на зв'язок і публікувати повідомлення, які не були заздалегідь відомі або визначені.

3. Легкість адміністрування.

4. Низьке навантаження на канал зв'язку.

5. Надійність роботи в умовах ненадійного зв'язку.

6. Гнучкі формати передаваного контенту.

Telegram-бот, який буде приймати дані з камери і передає їх користувачеві виконаний за допомогою Telegram API. Боти в Telegram представляють чат-ботів. Всі їх імена повинні закінчуватися словом «bot», так говорить правило. По суті, це користувацькі аккаунти, якими замість людей керують програми. Для створення нового бота потрібно піти до «батька ботів» в акаунт @BotFather. При створенні нового бота, треба дати йому ім'я, та отримати унікальний ключ (API-key), яким будуть підписуватися усі запити до його API, для управління ботом. Створити бота можна на різних мовах програмування, таких як PHP, Python, JavaScript тощо. Складність його написання на всіх вищеперелічених мовах буде приблизно однаковою, це залежить від особистих вподобань розробника. Також є велика кількість створених бібліотек для створення ботів, однією з найпопулярніших є TelegramBotApi.

**ESP32-CAM** – це плата розробника на базі ESP32 з модулем камери. Сама камера представляє невеличкий модуль, підключений до плати. Роздільна здатність 2 МПкс. Підсистема I2S в ESP32 також передбачає високошвидкісну шину, підключену безпосередньо до ОЗУ для прямого доступу до пам'яті. Простіше кажучи, можна налаштувати підсистему I2S ESP32 для відправки або отримання паралельних даних під апаратним управлінням. ESP32-CAM ідеально підходить для домашніх інтелектуальних пристроїв, промислового управління, моніторингу, ідентифікації QR, сигналів системи позиціонування і інших

додатків IoT, і все це за допомогою WiFi. ESP32-CAM-OV-2604 не має USB-роз'єму, тому знадобиться програматор FTDI для завантаження коду через контакти U0R і U0T (послідовну шину). Також на платі присутній модуль Wi-Fi BT SoC 802.11 b/g/n та 32-бітний процесор з низьким енергоспоживанням.

Макетна схема камери з програматором представлена на рис. 1, а на рис. 2 – структурна схема взаємодії камери та месенджеру.

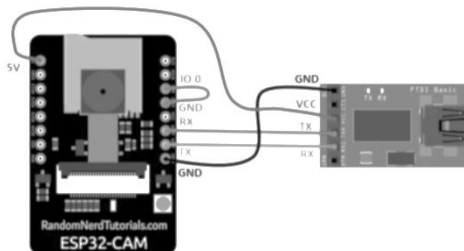


Рис. 1. Схема підключення до програматору

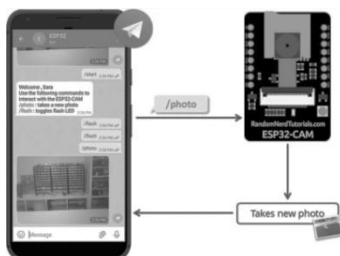


Рис. 2. Структурна схема взаємодії з Telegram

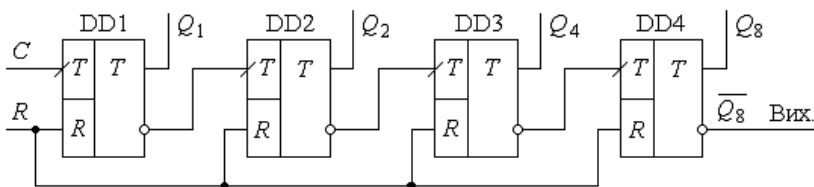
УДК 681.518

**Солобуто Л. В.,**  
канд. техн. наук, доцент кафедри КІ,  
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

## ЦИФРОВІ ЛІЧИЛЬНИКИ ІМПУЛЬСІВ

Цифрові лічильники призначені для керування та контролю в мікропроцесорних системах та системах контролю.

Прикладом асинхронних (послідовних) лічильників є схема, що приведена на рис. 1.

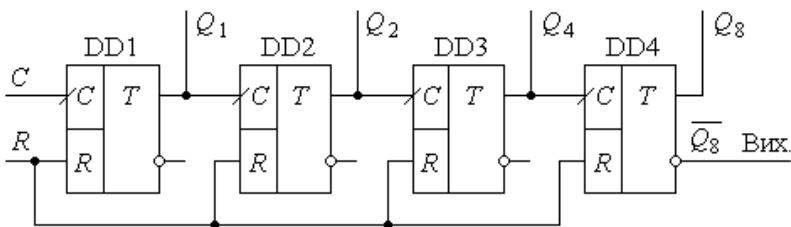


**Рис. 1.** Асинхронний сумуючий лічильник

Такі лічильники в своїй роботі використовують властивості Т-тригера, оскільки вони можуть як зберігати свій стан, так і додавати за модулем 2 вхідний сигнал до інформації, записаної попередньо. Одиначний Т-тригер ділить на 2 частоту вхідної послідовності імпульсів. Послідовне включення  $m$  таких тригерів дає можливість поділити частоту вхідних імпульсів у  $M = 2^m$  разів, або утворює лічильник з коефіцієнтом перерахунку  $M$  (модуль рахунку, ємність лічильника).

Перед подачею вхідних імпульсів тригери лічильника обнуляються. При подачі першого імпульсу на вхід  $C$  тригер, виконаний на мікросхемі DD1, у відповідності до його алгоритму роботи, змінює свій стан на протилежний. При цьому на його прямому виході з'явиться сигнал, еквівалентний логічній «1», а на інверсному виході встановлюється логічний «0». У відповідності до схеми, тригери з динамічною синхронізацією спрацьовують за фронтом вхідного імпульсу. Стани решти тригерів не зміняться, оскільки другий тригер DD2 по своєму тактовому входу сприйме перепад з «1» в «0», що матиме місце на інверсному виході першого тригера, а тригери DD3 і DD4 на своїх входах не матимуть ніяких змін. Другий вхідний імпульс призведе до повторної зміни стану тригера DD1. Тепер на його інверсному виході матиме місце зміна стану з логічного «0» на логічну «1», що сприймається тригером DD2 як фронт вхідного імпульсу. В результаті тригер DD2 змінить свій стан на протилежний, і на його виході  $Q_2$  з'явиться сигнал логічної «1», у той час як вихід  $Q_1$  тригера DD1 перейде в нульовий стан (в умовних позначеннях виходів лічильників прийнято номери виходів поєднувати з їх ваговими коефіцієнтами). Третій імпульс знову змінить лише стан тригера DD1, прямий вихід якого відповідає молодшому розряду двійкового коду, що відображає кількість імпульсів, що були подані на вхід  $C$ .

Прикладом віднімаючого лічильника може служити схема, що приведена на рис. 2.



**Рис. 2.** Асинхронний віднімаючий лічильник

Якщо всі тригери лічильника встановлені в одиничний стан, то при подачі першого вхідного імпульсу тригер DD1 змінить свій стан на протилежний, і на виході Q1 запишеться значення  $Q1 = 0$ . Тригер DD2 при цьому не змінить свій стан, оскільки на його вході матиме місце спад імпульсу, на який він не реагує. Наступний вхідний імпульс призведе до появи на Q1 сигналу одиничного рівня, при цьому тригер DD2 змінить свій стан, і на виходах тригерів зафіксується число  $Q8 Q4 Q2 Q1 = 11012 = 1310$ . Подібний процес продовжуватиметься до повного обнуління тригерів, а шістнадцятий імпульс забезпечить встановлення всіх тригерів в одиничний стан.

УДК 004.896

**Старченко В. В.,**  
старший викладач,  
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

### **СИНТЕЗ РЕГУЛЯТОРА РУХУ МОБІЛЬНОГО РОБОТА ЗІ ЗВОРОТНІМ ЗВ'ЯЗКОМ НА БАЗІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО СЕНСОРУ ЗОБРАЖЕННЯ HUSKYLENS**

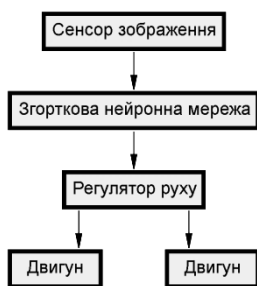
У сучасному світі, після проблем, що пов'язані з виробництвом, на другому місці за значенням є проблеми логістики. Це велике коло проблем, пов'язаних з переміщенням товарів та сировини якнайшвидше, якнайдешевше і у неушкодженому стані. Магістральним напрямком вирішення цих проблем є роботизація. У рамках цього напрямку виникає задача автономної адаптивної навігації роботизованих комплексів.

Для оперативного аналізу стану робочого простору та генерації команд керування двигунами все частіше застосовуються інтелектуальні

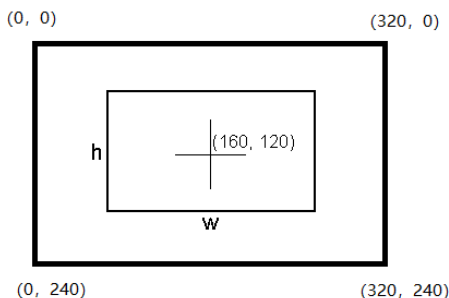
сенсори зображення, побудовані на базі нейронних мереж. Оскільки розглядається задача керування мобільним роботом з двома, або чотирма двигунами, такі мережі роблять згортковими. Тоді задача управління мобільним роботом за допомогою візуального сенсора може бути зведена до задачі класифікації. Тобто інформація, що надходить від візуального сенсора, повинна бути класифікована за чотирма категоріями так, щоб кожній з них відповідала лише одна з команд керування:

- рухатися вперед,
- рухатися назад,
- повернути направо,
- повернути наліво.

Метою роботи є виконання синтезу регулятора руху для перетворення команд, що надходять від інтелектуального сенсора зображення, на сигнали керування для двигунів мобільного робота. Інформаційна модель такого мобільного робота наведена на рисунку 1.



**Рис. 1.** Інформаційна модель мобільного робота.



**Рис. 2.** Координатна система сенсору зображення HuskyLens.

Головним джерелом даних для системи керування мобільного робота є інтелектуальний сенсор зображення HuskyLens, змонтований у передній частині його сенсорної палуби. Його робоче поле складає 320 пікселів у ширину та 240 пікселів у висоту. Початок координат розташований у верхньому лівому куті. Вісь  $X$  направлена вправо, вісь  $Y$  – вниз. Система координат робочого поля цього сенсору наведена на рисунку 2.

Центром поля зору є точка з координатами  $(160, 120)$ . Розмір об'єкта для розпізнавання визначається прямокутною рамкою шириною  $w$  та висотою  $h$ . Для початку тренування нейронної мережі об'єкт

для розпізнавання треба розташувати у центрі поля зору сенсора, так, щоб він повністю потрапив у початкову рамку.

Керування мобільним роботом відбувається за двома степенями свободи: уперед – назад та вліво – вправо. Швидкість робота за першим ступенем свободи повинна визначатися дистанцією до розпізнаного об'єкту. Оскільки цю дистанцію складно виміряти лише за одним зображенням, то для розрахунків обрано характеристику, яка від неї прямо залежить – так званій  $S_{factor}$ .  $S_{factor}$  визначено, як відношення площини зображення розпізнаного об'єкту до площини усього сенсору. За результатами випробувань була визначена нульова точка швидкості робота при співвідношенні цих площин як 1/4.

$$S_{factor} = 4 (w \cdot h) / S_{sensor}$$

де  $w$  – ширина розпізнаного об'єкту,  $h$  – висота розпізнаного об'єкту,  $S_{sensor}$  – площа сенсору зображення. Усі три характеристики виражені у пікселях. Тобто коли площа зображення  $S_{sensor}$  розпізнаного об'єкта складає 1/4 від усієї площини сенсора робот повинен зупинитися. Зі зменшенням площини зображення розпізнаного об'єкта робот повинен рухатися уперед, а його швидкість  $V$  повинна зростати. Зі збільшенням – робот повинен рухатися назад, і його швидкість  $V$  також повинна зростати. Тоді:

$$V = 127 - 127 \cdot S_{factor}$$

Напрямок руху робота за другим ступенем свободи визначається кутом відхилення центра розпізнаного об'єкта від центра поля зору сенсора. Для цього використовується лише горизонтальна координата  $X_{center}$ . Причому, для спрощення обчислень, використовується її значення у пікселях. Розрахунок величини сигналу керування  $upd$  відбувається за формулою пропорційного регулятора таким чином:

$$upd = V / 160 \cdot (X_{center} - 160).$$

На кінцевому етапі розрахований сигнал керування передається до двигунів робота. Лівого  $M_{left}$ , та правого  $M_{right}$ .

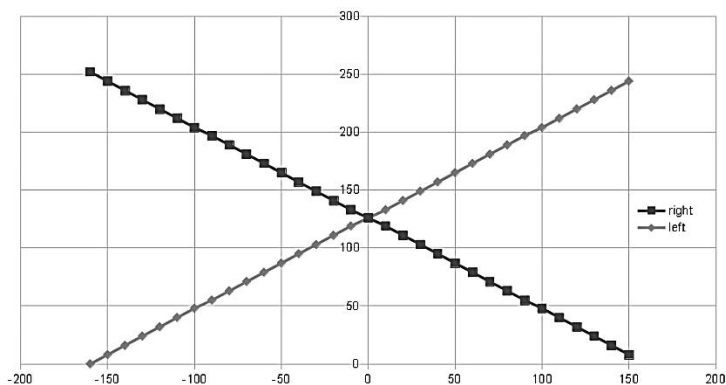
$$\begin{cases} M_{left} = V + upd \\ M_{right} = V - upd \end{cases}$$

Під час випробувань за даними тахометрів мобільного робота були побудовані графіки динаміки його руху. Графік динаміки поступального руху мобільного робота наведено на рисунку 3.



**Рис. 3.** Графік залежності швидкості роботи від дистанції до розпізнаного об'єкту.

За горизонтальною віссю відкладено значення параметру  $S_{factor}$ , отриманого від сенсору HuskyLens. Воно пропорційно дистанції від розпізнаного об'єкту до мобільного робота. За вертикальною віссю – величину сигналу керування, що подається на двигуни. Він пропорційний до швидкості робота. Його величина змінюється у діапазоні від -127 до 127. Таким чином швидкість робота пропорційна дистанції від нього до розпізнаного об'єкту. Значення  $S_{factor} = 1$  відповідає нульовій точці швидкості робота. Під час проходження цієї точки напрям вектору швидкості робота змінюється на протилежний.



**Рис. 4.** Графік залежності швидкості обертання коліс робота від величини зміщення розпізнаного об'єкту від центра поля зору сенсора

Графік динаміки обертання мобільного робота наведено на рисунку 4.

За горизонтальною віссю відкладена величина горизонтального зміщення центру розпізнаного об'єкту від центру поля зору сенсора. Для спрощення та підвищення швидкості обчислень ця величина виражена у пікселях. За вертикальною віссю – величина сигналів керування, що подаються на лівий та правий двигуни. Вони пропорційні до величини зміщення, але мають різні знаки для лівого та правого двигуна. Їх величина змінюється у діапазоні від 0 до 255.

Таким чином, за результатами випробувань, підтверджено правильність синтезу регулятора руху пропорційного типу та оптимальність його параметрів.



Секція  
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У РОЗВИТКУ СУСПІЛЬСТВА

**Підсекція: ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ**

УДК 004.93

Асєєв В. Д.,  
аспірант кафедри ІС,  
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

**МОДЕЛЮВАННЯ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ  
З ДАНИХ TWITTER ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО АНАЛІЗУ**

Дані для даного дослідження було отримано з соціальної мережі Twitter за допомогою Twitter API. Збір даних займає велику кількість часу тому, що API лімітує кількість викликів на певний проміжок часу. Для збору даних було використано Python бібліотеку Твеєру, яка виконує збір даних відповідно до часових лімітів, встановлених Twitter. Результат збирається в файл у форматі JSON. Цей файл зчитується бібліотекою Pandas та конвертується в стандартний тип даних цієї бібліотеки – Pandas DataFrame. З цим типом даних простіше та швидше працювати ніж з JSON.

Для збору даних використовуються наступні методи Twitter API:

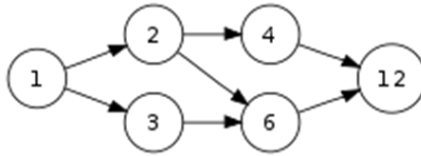
- **account/verify\_credentials** – отримання даних про основного користувача (его)
- **friends/list** – повертає список підписників
- **friends/ids** – повертає ідентифікатори користувачів, що є підписниками основного користувача
- **statuses/user\_timeline** – Повертає до 3200 останніх «твітів» (так називаються дописи у мережі Twitter) будь-якого користувача

**Моделювання**

При побудові моделі буде зроблене однокрокове сусідство. В соціології цей термін описує ступінь віддаленості учасників мережі. Це означає, що заглиблення відбудеться лише на два шари друзів та за умови, що ми будемо видалені всі друзів друзів, які не є друзями основного користувача. Мережа буде орієнтовним графом (рис. 1).

Вузол визначається як Користувач. Ребро з'єднує двох користувачів (вузли) разом на основі певних відносин. У цьому сенсі, якщо користувач А слідує (є підписником) за користувачем В, ребро вийде з вузла А і з'єднається з вузлом В. Оскільки такі ребра можуть мати досить різне значення в розрізі соціальних мереж, то вони будуть визначатися пев-

ною кількісною метрикою. Дана метрика описуватиме активність користувача.



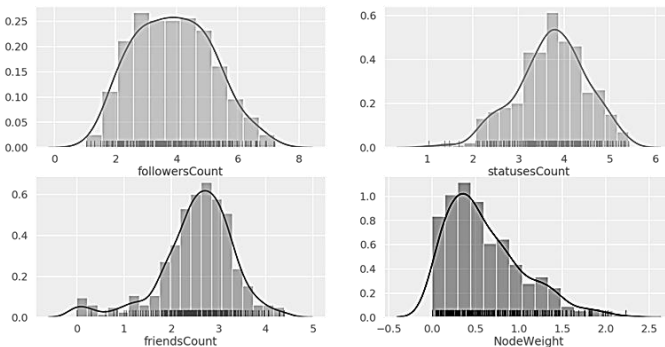
**Рис. 1.** Орієнтовний граф

Ваги граней будуть функцією різних зв'язків між будь-якими Користувачами – суми ретвітів, відповідей та статусів у недавній історії основного користувача. Також буде кількісно визначено з'єднання «Я йду за тобою», а також припускаючи, що А) якщо користувач має низький коефіцієнт послідовників до послідовників, це робить їх послідовників більш «значущими» та В) Користувачі з більшою кількістю послідовників, що підписуються на користувачів з меншою кількістю послідовників є більш значущим, ніж навпаки.

Також буде призначено ваги самим вузлам на основі активності користувача. Зрозуміло, що незалежно від з'єднань, Користувач загалом є сильнішою частиною мережі основного користувача, якщо він (і його друзі) бачать їх частіше.

### Дані вершин та ребер

Для інтерпретації наведених нижче діаграм варто зауважити, що більшість осей масштабуються за шкалою 10, щоб чіткіше бачити розподіл значень. Також зверніть увагу, що значення осі  $y$  – це щільність, а не кількість (така, що площа під кривою дорівнює 1). Основною інформацією є загальний розподіл – які значення виявляються найбільше та найменше.



**Рис. 2.** Дані за вершинами

У даній мережі, більшість користувачів мають від 1000 до 10000 твіттів та від 100 до 1000 друзів (підписників). Розподіл followersCount не досягає піку, тому є більш рівномірний розподіл. Більшість вузлів мають невеликі ваги, деякі користувачі майже в 10 разів активніші, ніж середньостатистичний користувач у цій мережі.

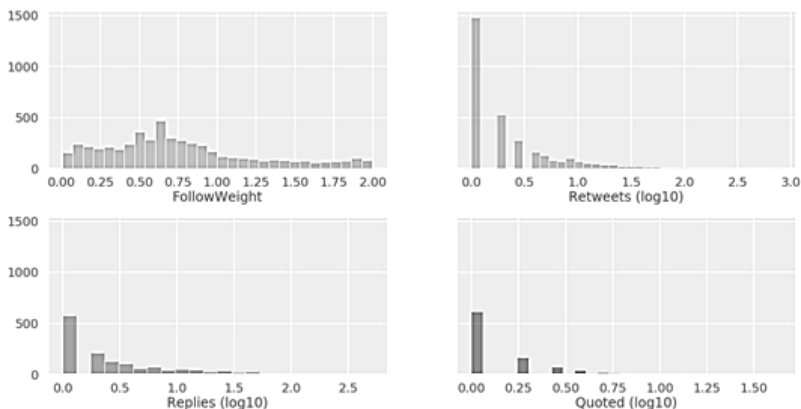


Рис. 3. Дані за ребрами

Що стосується ребер, то, як очікувалося, більшість користувачів мають не надто багато зв'язків. Ті, хто мають зв'язки, мають широкий діапазон щодо рівня (5–100 ретвіттів, відповідей) їх активності між собою.

УДК 004:378

**Болюбаш Н. М.,**  
*канд. пед. наук, доцент кафедри ІС,  
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

## **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙН У СИСТЕМІ ВИЩОЇ ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ**

Інформатизація усіх галузей життєдіяльності сучасного суспільства супроводжується накопиченням великих обсягів цифрової інформації різних форматів та високими темпами росту її обміну. В цих умовах набуває популярності нова технологія децентралізованого розподіленого зберігання та обліку даних – блокчейн (англ. Blockchain), яка все більше інтегрується у системи збереження та контролю документів.

Перевага технології блокчейн полягає у відсутності практичної можливості маніпуляції даними, записаними в систему. Завдяки цьому нарівні з посвідченням особи й банківським сектором, ця технологія має перспективи для застосування в освітній сфері.

Метою роботи є аналіз та обґрунтування перспективних напрямів застосування технології блокчейн у галузі вищої професійної освіти.

Здійснений аналіз підходів до визначення технології блокчейн показав, що її застосовують для побудови баз даних сумісно використуваного, незмінного розподіленого реєстру, призначеного для запису транзакцій, обліку і побудови довірчих відносин. Інформація у блокчейні зберігається у вигляді ланцюжка блоків, послідовність яких побудована за певними правилами, що утворюють консенсус. Кожен блок зберігає дані транзакції, подані як хеш-дерево, хеш попереднього блоку та часову мітку. Дані блоків, які так зберігаються, нешифровані і відкриті для доступу, але захищені від змін криптографічно через хеш-ланцюжок, тому підробити їх досить складно. Внесення змін у певний блок вимагає перерахунку хешу усіх наступних блоків, що потребує досить великої обчислювальної потужності й є вкрай малоімовірним.

Для підрахунку поточного стану кожного блоку використовують різні хеш-функції: SHA1, SHA256, Quark. Хеш функція приймає на вхід дані й передбачає створення рядка фіксованої довжини для підтвердження достовірності вмісту блоку. Якщо в транзакціях для відправлення та отримання інформації використовується електронний підпис, то в блокчейн технології він формується на базі публічного й приватного ключів (ECDSA або RSA) і є зашифрованим рядком довільної довжини. Хеш блоку розраховують після реалізації того чи іншого алгоритму консенсусу, який необхідний для досягнення узгоджених дій між користувачами блокчейну. Для врегулювання конфлікту стосовно згоди усіх учасників застосовують різні алгоритми консенсусу, кожен з яких має свої недоліки та переваги, до найбільш популярних відносять PoW (Proof of Work – доказ роботи) і PoS (Proof of Stake – доказ володіння). Вивчення джерел по існуючим алгоритмам консенсусу показало, що ці алгоритми базуються на компромісах між швидкістю обробки транзакцій (пропускною здатністю мережі), відмовостійкістю мережі, її масштабованістю та ресурсомісткістю. На даний момент не існує алгоритму консенсусу, який може забезпечити всі характеристики одночасно на достатньому рівні.

Наукові дослідження у сфері застосування, вдосконалення та подальшого розвитку технології блокчейн є предметом досліджень вітчизняних та зарубіжних науковців. Ведуться дослідження оптимізації роботи блокчейн шляхом вибору оптимального алгоритму консенсусу,

хеш-функції та можливих напрямів і шляхів застосування технології блокчейн для різних галузей життєдіяльності. Проте проблема можливих напрямів застосування технології блокчейн у сфері вищої професійної освіти досліджена недостатньо й потребує подальшої розробки.

Технологія блокчейн є досить молодою й її застосування в освітній галузі тільки розпочалося. Одними з перших закладів вищої освіти, які стали використовувати блокчейн для збереження дипломів та сертифікатів, є Масачусетський технологічний інститут, Відкритий університет Великобританії, університет Нікосії, кілька навчальних закладів Нальти. У рамках навчання у закладах вищої освіти доцільно з одного боку розглядати безпосередньо навчальний процес і супроводжуючі його управлінські аспекти і результати освітнього процесу, документи про освіту, сертифікати про прослухані курси з іншого. Узагальнення досліджень науковців дозволило виділити наступні напрями використання технології блокчейн у навчальних закладах: 1) ідентифікація особистості студента; 2) збереження інформації про іспити, здачу контрольних робіт, захист курсових робіт; 3) надання кредитів на навчання; 4) оплата освітніх послуг; 5) розподіл студентських стипендій та виділення грантів; 6) збереження інформації про видані дипломи та сертифікати разом з інформацією про те, хто і коли їх видав.

Розробка застосунків на базі технології блокчейн може здійснюватися шляхом написання коду з нуля у команді ІТ-розробників або з використанням готових блокчейн-платформ, в яких уже реалізовано певний алгоритм консенсусу. Однак кожна задача, для розв'язання якої може бути застосовано блокчейн в освітніх цілях, має свою специфіку, тому визначення оптимальних параметрів алгоритму у кожному конкретному випадку потребує подальшого дослідження. Наряду з ідентифікацією та обліком, існує ще проблема захисту конфіденційності даних, яка також повинна бути гарантована.

Перспективи використання технології блокчейн не обмежуються лише розподіленою базою даних. Її динамічність і прозорість також має потенціал для революційних змін у системі вищої освіти в цілому шляхом розвитку й легітимізації онлайн навчання. Популярність Масових Відкритих Онлайн Курсів (МООС) постійно зростає. Виходячи з можливості комбінувати окремі курси в блоки курсів, можна пропонувати різні стратегії навчання для вузько направлених спеціальностей. Також, блокчейн дозволяє стандартизувати сертифікати й дипломи університетів і освітніх онлайн порталів, що в перспективі дозволить легалізувати їх для всіх країн світу.

Сертифікати й дипломи підтверджують наявність певних професійних компетенцій у його власника. Надання можливості для усіх закладів

освіти записувати свої сертифікати в один глобальний блокчейн забезпечує зберігання даних в одній системі та дозволяє поширювати їх між компаніями, створюючи систему динамічного пошуку та добору кадрів для конкретних організацій. Це створює попит та задає тенденції на вивчення певних курсів у режимі реального часу. А заклади вищої освіти будуть мати можливість пропонувати динамічні набори дисциплін для вибору студентами тих курсів, які потрібні для їх подальшого професійного росту. Усе це дозволить навчальним закладам безболісно підбудуватися під тенденції розвитку в освітній сфері, а також налагоджувати стосунки без посередників між університетами, студентами й підприємствами, працюючи як єдина система завдяки блокчейн реєстру.

Таким чином, впровадження технології блокчейн в освітню галузь обумовлене революційні зміни у вищій професійній освіті й надає потенційно нові можливості для її цифровізації відповідно до вимог сучасності. Однак застосування блокчейн для розв'язання виявлених у освітній сфері задач потребує розробки відповідного програмного забезпечення на основі досліджень з розрахунком об'єктивних показників для прийняття рішень про вибір оптимального алгоритму консенсусу.

УДК 517.958

**Брагінець О. В.,**

*канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри ІС,  
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

## **ДЕЯКІ ТОЧНІ РОЗВ'ЯЗКИ РІВНЯНЬ АКСІОННОЇ ЕЛЕКТРОДИНАМІКИ**

**Абстракт.** Представлені деякі точні розв'язки моделі аксіонної електродинаміки, які отримані після проведення групової класифікації та цікаві з фізичної точки зору.

**1. Вступ.** Моделі аксіонної електродинаміки є складним і цікавим об'єктом для групового аналізу, оскільки це досить складна система, дослідження якої вимагає певного узагальнення відомих підходів. Результати аналізу цієї системи можуть мати важливе прикладне значення, тому що, хоча існування аксіонів поки що немає надійних експериментальних підтверджень, вони затребувані одразу в трьох абсолютно незалежних областях сучасної науки таких, як космологія, фізика твердого тіла та квантова хромодинаміка.

Узагальнений лагранжіан аксіонної електродинаміки має вигляд:

$$L = \frac{1}{2} p_\mu \dot{p}^\mu - \frac{1}{4} F_{\mu\nu} F^{\mu\nu} + \frac{\kappa}{4} \theta F_{\mu\nu} \tilde{F}^{\mu\nu} - V(\theta). \quad (1)$$

Тут  $F_{\mu\nu} = \partial_\mu A_\nu - \partial_\nu A_\mu$ ,  $A_\mu$  – вектор-потенціал електромагнітного поля,  $\tilde{F}^{\mu\nu} = \frac{1}{2} \varepsilon^{\mu\nu\rho\sigma} F^{\rho\sigma}$ ,  $\theta$  – аксіонне поле,  $p_\mu = \partial_\mu \theta$ ,  $V(\theta)$  – функція від  $\theta$  та  $\kappa$  – безрозмірна константа.

Рівняння Ейлера-Лагранжа, які відповідають лагранжіану (1) мають наступний вигляд:

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = \kappa \mathbf{p} \cdot \mathbf{B}, \partial_0 \mathbf{E} - \nabla \times \mathbf{B} = \kappa (\mathbf{p}_0 \mathbf{B} + \mathbf{p} \times \mathbf{E}), \nabla \cdot \mathbf{B} = 0, \partial_0 \mathbf{B} + \nabla \times \mathbf{E} = 0, \quad (2)$$

$$\square \theta = -\kappa \mathbf{E} \cdot \mathbf{B} + F. \quad (3)$$

Тут  $\mathbf{B}$  та  $\mathbf{E}$  – вектори магнітного та електричного полів, які наступним чином пов'язані з компонентами тензора електромагнітного поля:

$$E^a = F^{0a}, B^a = -\frac{1}{2} \varepsilon^{0abc} F_{bc} \text{ та } F = -\frac{\partial V}{\partial \theta}, \square = \partial_0^2 - \partial_1^2 - \partial_2^2 - \partial_3^2, \nabla^a = \partial_a = \frac{\partial}{\partial x^a}, a = \overline{1,3}.$$

Система (2), (3) містить сім залежних функцій  $B_1, B_2, B_3, E_1, E_2, E_3, \theta$  і один довільний елемент  $F$ , який залежить від  $\theta$ , тобто вона є досить складною. У результаті проведення групового аналізу знайдено, що максимальною неперервною групою інваріантності системи (2), (3) з довільною функцією  $F(\theta)$  є група Пуанкаре.

Використовуючи тривимірні підалгебри алгебри Лі групи Пуанкаре, отримано широкий клас точних розв'язків для електромагнітного та аксіонного полів. Ці розв'язки включають довільні параметри, а деякі і довільні функції. Найбільш загальні з них містять шість таких функцій.

**2. Вибрані радіальні та циліндричні розв'язки.** Наведемо декілька точних розв'язків рівнянь (2), (3), які можуть бути цікаві з фізичної точки зору. Спочатку розглянемо розв'язки, які включають поле точкового заряду, тобто

$$E_a = q \frac{x_a}{r^3}, a = 1,2,3,$$

де  $r = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2}$ , а  $q$  є константою. Масштабуванням залежних змінних  $x_a$  можна звести параметр  $q$  до 1. Відповідний вектор  $B_a$  є тривіальним, тобто  $B_a = 0$ , а для  $\theta$  існує два розв'язки:

$$\theta = \frac{c_a x_a}{r^3} \text{ та } \theta = \frac{1}{r} (\varphi_1(x_0 + r) + \varphi_2(x_0 - r)),$$

де  $\varphi_1$  та  $\varphi_2$  – довільні функції від  $x_0 + r$  та  $x_0 - r$  відповідно,  $c_a$  – довільні константи та сумування відбувається по індексам, що повторюються  $a = 1,2,3$ . Ці розв'язки відповідають тривіальним нелінійним членам в (2), (3).

Радіальні розв'язки, які породжуються нетривіальними умовами в правій частині рівнянь (2), (3) з  $F = -m^2 \theta$  можна знайти в такому вигляді:

$$B_a = \frac{q x_a}{r^3}, E_a = \frac{q \theta x_a}{r^3}, \theta = c_1 \sin(m x_0) e^{-\frac{q}{r}},$$

де  $c_1$  та  $q > 0$  – довільні параметри. Компоненти магнітного поля  $B_a$  є особливими при  $r = 0$ , у той час як  $E_a$  та  $\theta$  обмежені для  $0 \leq r \leq \infty$ .

Наведемо розв'язки, які залежать від двох просторових змінних.

Позначимо через  $x = \sqrt{x_1^2 + x_2^2}$ , тоді функції

$$E_1 = -B_2 = \frac{x_1}{x^3}, E_3 = 0, B_1 = E_2 = \frac{x_2}{x^3}, B_3 = b, \theta = \arctg\left(\frac{x_2}{x_1}\right), \quad (4)$$

де  $b$  – число.

Особливістю розв'язків (4) є те, що, відповідне електричне поле зменшується з ростом  $x$  як поле точкового заряду у тривимірному просторі, у той час як відповідна ефективна задача є двовимірною.

**3. Висновки.** В даній статті представлена модель аксіонної електродинаміки та деякі точні розв'язки цієї моделі, а саме: радіальні та циліндричні.

УДК 378.51:004.9

**Воробйова А. І.,**

*канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри ІС,  
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

## **МАТЕМАТИЧНІ ОЛІМПІАДИ ЧНУ ім. ПЕТРА МОГИЛИ ЯК СКЛАДОВА НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ**

В системі організації науково-дослідної роботи студентів у вищих навчальних закладах важливе місце займають студентські олімпіади. Науково-дослідна робота студентів є невіддільна частина підготовки висококваліфікованого фахівця. Систематична участь студентів у олімпіадах суттєво підвищує їх математичний рівень підготовки, що зрозуміло позитивно впливає на їх подальшу фахову науково-дослідну роботу. Завдяки олімпіадному руху з математики в університеті у студентів формується науковий світогляд, скоріше проходять адаптаційний період, починають володіти методологією та методами наукового дослідження. У студентів розвиваються творче мислення та індивідуальні здібності у процесі розв'язування олімпіадних завдань, розширюється наукова ерудиція.

Фундамент наукових досліджень студентів закладається на початкових курсах під час вивчення загальнонаукових дисциплін. З перших кроків навчання в університеті потрібно розвивати інтерес студента до науково-дослідної роботи. Математика відіграє в розвитку зацікавленості студента до науки особливу роль, оскільки охоплює широке коло



фундаментальних та прикладних досліджень. Основними формами науково-дослідної роботи студентів в процесі вивчення математичних дисциплін є заняття в гуртках та участь в олімпіадах, конкурсах, конференціях.

В ЧНУ ім. Петра Могили систематично проводяться олімпіади для студентів факультетів комп'ютерних (ФКН) та економічних наук (ФЕН). З впровадженням модульного об'єктоорієнтованого динамічного навчального середовища – системи Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) в ЧНУ ім. Петра Могили з 2013 року виділено спеціальну директорію **Математичні олімпіади ЧНУ імені Петра Могили** <https://moodle3.chmnu.edu.ua/course/view.php?id=19147>.

Для кожного року викладено умови завдань, вказівки до них, розбір олімпіадних задач та наказ про проведення та результати олімпіади.

Завдяки віртуальному навчальному середовищу Moodle, яке надає викладачам, студентам дуже розвинутий набір інструментів для комп'ютеризованого навчання, в тому числі дистанційного в часи карантинного обмеження офлайн навчання у 2020-21 нр. було прийнято рішення про проведення математичної олімпіади ЧНУ імені Петра Могили дистанційно в режимі онлайн, використовуючи навчальну платформу Moodle у три тури: у три тури, I тур – Лінійна алгебра; II тур – Аналітична геометрія; III тур – Математичний аналіз, теорія імовірності.

Наведемо завдання I-го етапу Всеукраїнської студентської олімпіади з математики 2020-21 нр р м. Миколаїв, ЧНУ ім. П Могили).

### **I етап Всеукраїнської студентської олімпіади з математики 2020–2021н. р.**

#### **I тур Лінійна алгебра (онлайн) 2 листопада 2020 року (завдання 1-10)**

Завдання 1. Розглянемо матрицю  $K_n = \begin{pmatrix} k_1 & 1 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & k_2 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & 1 & k_3 & \dots & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & 1 & 1 & \dots & k_n \end{pmatrix}_{n \times n}$  ;  $k_i \geq 2, k_i \in Z$  ,

та частковий випадок матрицю  $C_n = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & 3 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & 1 & 4 & \dots & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & 1 \\ 1 & 1 & 1 & \dots & n+1 \end{pmatrix}_{(n) \times (n)}$  ,

Доведіть, що детермінант матриці  $K_n$  додатне число, тобто  $\det K_n > 0$ , та обчислить  $(\det C_6 - \det C_5 - \det C_4 + \det C_2) = ?$

Завдання 2. Обчисліть визначник  $n+1$  порядку

$$\begin{vmatrix} 1 & a & a^2 & a^3 & \dots & a^n \\ x_{11} & 1 & a & a^2 & \dots & a^{n-1} \\ x_{21} & x_{22} & 1 & a & \dots & a^{n-2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & x_{n2} & x_{n3} & x_{n4} & \dots & 1 \end{vmatrix}$$

Завдання 3. Обчислити визначник порядку  $n$ , елементи якого задані умовами  $a_{i,j} = |i - j|$ . Обчисліть частковий випадок коли  $n = 2022$ .

Завдання 4. Яким умовам мають задовольняти дійсні числа  $a_1, a_2,$

$$a_3, b_1, b_2, b_3, c, \text{ щоб система лінійних рівнянь } \begin{cases} -a_1x_2 + a_2x_3 = b_1, \\ a_3x_1 - a_1x_3 = b_2, \\ -a_2x_1 + a_1x_2 = b_3, \\ a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 = c \end{cases} \text{ була}$$

несумісною?

Завдання 5. Обчислити визначник  $\Delta = \begin{vmatrix} a^2 & (a+1)^2 & (a+2)^2 \\ b^2 & (b+1)^2 & (b+2)^2 \\ c^2 & (c+1)^2 & (c+2)^2 \end{vmatrix}$ .

Завдання 6. Обчисліть різницю  $f(x) - f(x+1)$  при  $n=2020$ , де

$$f(x) = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & x \\ 1 & 2 & 0 & 0 & \dots & 0 & x^2 \\ 1 & 3 & 3 & 0 & \dots & 0 & x^3 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & n & C_n^2 & C_n^3 & \dots & C_n^{n-1} & x^n \\ 1 & n+1 & C_{n+1}^2 & C_{n+1}^3 & \dots & C_{n+1}^{n-1} & x^{n+1} \end{vmatrix}$$

Завдання 7. Обчисліть детермінант  $\Delta =$

$$\begin{vmatrix} 4 & 5 & 1 & -1 & 2 & 6 \\ 3 & 8 & 3 & 7 & 6 & 15 \\ 9 & 4 & 0 & 0 & 3 & 10 \\ 2 & 3 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & 7 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

Завдання 8. При яких натуральних  $n$  існують такі матриці  $A, B, C \in M_n(\mathbb{Z})$ , що виконується рівність  $ABC + BCA + CAB = E$ , де  $E$ -одинична матриця,  $Mn(\mathbb{Z})$ -множина квадратних матриць з цілими елементами.

Завдання 9. Двоє гравців по черзі замінюють зірочки в квадратній матриці розміру  $10 \times 10$ .

$$\begin{pmatrix} * & * & \dots & * \\ * & * & \dots & * \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ * & * & \dots & * \end{pmatrix}_{10 \times 10}$$

натуральними числами від 1 до 100 (на кожному кроці можна ставити довільне ще не використане число замість зірочки). Якщо отримана матриця виявиться невивродженою, то виграє перший гравець, а якщо вивродженою, то другий. Хто із гравців має виграш ну стратегію?

Завдання 10. Нехай  $d_n$  – визначник матриці  $n \times i$ , коефіцієнти якої, зліва направо та згори донизу є  $\cos 1, \cos 2, \cos 3, \dots, \cos n^2$ . Аргумент

косинуса вимірюється в радіанах. Наприклад  $d_3 = \begin{vmatrix} \cos 1 & \cos 2 & \cos 3 \\ \cos 4 & \cos 5 & \cos 6 \\ \cos 7 & \cos 8 & \cos 9 \end{vmatrix}$ .

Знайдіть границю послідовності  $\lim_{n \rightarrow \infty} d_n$ .

## II тур. Аналітична геометрія. Математична олімпіада ЧНУ ім. Петра Могили 2.12.2020

Завдання 1. В прямокутній декартовій системі координат задано точки  $A(4;0)$ ,  $B(0;3)$  та еліпс  $12x^2 + 16y^2 = 7$ . Знайдіть координати точки  $C$ , яка знаходиться на еліпсі при умові що площа утвореного трикутника  $\triangle ABC$  буде найменшою та знайдіть його площу  $S_{\triangle ABC}$ .

Завдання 2. В рівнобедреному трикутнику  $ABC$  відомо координати вершини  $A(3;5)$ , рівняння основи  $2y - x - 12 = 0$  та його площа  $S = 15$  кв.од. Складіть рівняння його бічних сторін.

Завдання 3. Хордою гіперболи називається відрізок, що сполучає дві довільні точки гіперболи. Доведіть, що середини паралельних хорд гіперболи лежать на одній прямій, яка проходить через центр гіперболи.

Завдання 4. Точки  $A_1, A_2, A_3 \dots A_{2n}$  розбивають коло діаметром 1 на  $2n$  рівних дуг. Нехай точка  $B$  – довільна точка цього кола. Знайдіть модуль суми векторів  $\vec{BA}_1 + \vec{BA}_2 + \vec{BA}_3 + \dots + \vec{BA}_{2n}$

Завдання 5. Розглянемо дві парабол з взаємно перпендикулярними осями симетрії, які перетинаються в чотирьох точках  $A, B, C, D$ . Доведіть, що ці чотири точки  $A, B, C, D$  лежать на одному колі.

## III тур Математичний аналіз.

Теорія ймовірностей (онлайн) 4 березня 2021 року.

Категорія М (МатАн: Математичний аналіз).

Категорія Т (ТЙ: Теорія ймовірностей).

Умови завдань: категорія М

Завдання 1. М. Знайдіть границю  $\lim_{a \rightarrow -\infty} I(a)$ , де  $I(a) = \int_0^1 \arctg(ax) dx$ ,  $a \in \mathbb{R}$ .

Порівняйте числа  $\pi$  та  $3\sqrt{3} \ln \frac{4}{3}$ , використавши  $I(a)$  (відповідь обґрунтуйте.)

Завдання 2. М. Знайдіть площу обмежену графіком функції  $y = e^x$  та її дотичними проведеними в точках з абсцисами  $x=0$  та  $x=1$ .

Завдання 3. М. Обчисліть інтеграл  $\int_{-\pi}^{\pi} \frac{\cos^{2021} x + x \sin^{2020} x}{\sqrt{1+3 \sin^2 x}} dx$ .

Завдання 4. М. Знайдіть максимум функції  $e^{\sin x} = e^{\cos x}$ .

Завдання 5. М. Знайдіть відношення функцій  $\frac{f^{2021}(x)}{g^{2021}(x)} = ?$  Якщо ві-

домо, що  $f(x) = \frac{1}{x-1}$ , а  $g(x) = \frac{x^{2021}}{x-1}$

Завдання 6. М. Знайдіть функцію  $f(x)$  – праву частину лінійного диференціального рівняння  $y'' + py' + qy = f(x)$ ,  $p, q \in R$ , якщо відомі, що інтегральна крива даного рівняння має екстремум рівний нулю в точці  $x=0$  та  $y_1 = xe^{-2x} + \cos x$  та  $y_2 = e^{-2x} + \cos x$  два його часткові розв'язки.

Завдання 7. М. Обчисліть інтеграл  $\int_0^1 \int_0^1 \int_0^1 \frac{x+y}{x+y+z} dx dy dz$

Завдання 8. М. Знайдіть всі корені рівняння:  $\sum_{n=0}^{2020} z^n = 0$ ,  $z \in C$ .

Завдання 9. М. Знайдіть модуль комплексного числа  $\frac{ab+bc+ca}{a+b+c}$ , якщо відомо, що  $|a| = |b| = |c| = r$ ;  $a, b, c \in C$ .

Завдання 10. М. Знайдіть площу фігури, обмеженою лініями та  $y = 0$ ;  $y = \lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{\sin^{2n} x + \cos^{2n} x}$  на відрізьку довжиною в період.

### **Умови завдань: категорія Т**

Завдання 1. Т. У двох скринях лежать 25 кульок червоного та білого кольору. З кожної скрині виймають по одному шару. Ймовірність того, що вони обоє білі дорівнює 0,54. Знайдіть ймовірність того, що вони обоє є червоними.

Завдання 2. Т. Власники кредитних карт цінують їх і втрачають досить рідко – ймовірність втратити кредитну карту протягом тижня для випадково обраного вкладника складає 0,001. Банк видав кредитні картки 2 000 клієнтам. Знайти: а) ймовірність того, що за майбутній тиждень буде втрачена рівно одна кредитна картка; б) ймовірність того, що за майбутній тиждень буде втрачена хоча б одна кредитна картка; в) найбільш ймовірне число кредитних карт, які втрачаються за місяць.

Завдання 3. Т. Задача Банаха. Відомий математик Стефан Банах завжди носив з собою дві коробки сірників, в кожній з яких спочатку було  $n$  сірників. Кожного разу, коли він хотів запалити сірник, Банах діставав навмання одну з коробок. Знайти ймовірність того, що коли

він в перший раз виймав порожню коробку, в іншій коробці виявляло- ся рівно  $r$  сірників, де  $r = 0, 1, 2, \dots, n$ .

**Завдання 4. Т.** Точка  $(x; y)$  рівномірно розподілена в квадраті:  $0 \leq x \leq 2, 0 \leq y \leq 2$ . Знайти ймовірність того, що  $x$  та  $y$  задовольня- ють нерівності  $ax^2 \leq 4y \leq 4x, a \in R$ . При якому  $a$  отримана ймовір- ність дорівнює  $\frac{1}{3}$ ?

**Завдання 5. Т.** В круг, куди вписаний квадрат, навмання кидаються:

1) 5 точок; яка ймовірність, що 3 точки попадуть в квадрат, а 2 – в круг (поза квадрата)?

2) 7 точок; яка ймовірність, що 3 точки попадуть в квадрат, а 4 – по одній в кожний з утворених кругових сегментів?

**Завдання 6. Т.** Банк видав позику у 510 000 грн. під 10% річних строком на один рік під залог будинку клієнта. У разі, якщо будинок згорить, зруйнується і т.д. (тобто відбудеться страховий випадок), клієнт нічого не поверне банку, тому для зменшення ризику банк зоб- ов'язав клієнта придбати страховий поліс на 500 000 грн., заплативши за нього 10 000 грн. Будинок був оцінений експертами страхової ком- панії у 500 000 грн., а ймовірність настання страхового випадку з та- ким будинком протягом року – в 0,001. Скласти закони розподілу до- ходу банку  $X_B$  та доходу страхової компанії  $X_{C/K}$  за рік. Знайти очікува- ні доходи банку та страхової компанії.

**Завдання 7. Т.** Клієнт повинен повернути банку кредит до сьогод- нішнього дня. Тиждень тому він відправив грошовий переказ з іншого міста, який досі не надійшов. Час  $T$  прибуття грошей оцінюється клієнтом так:

$T$	1	2	3	4	5
$p$	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1

За кожен день запізнення повернення кредиту клієнт повинен ви- платити банку 3% від його суми (відсотки прості). Є можливість звер- нутися до приватного детектива, який зобов'язується за 5% від суми розшукати її протягом дня. Визначити, що клієнту вигідніше – зверну- тися до детектива чи чекати надходження грошей.

**Завдання 8. Т.** В результаті аналізу рахунків 400 інвесторів на фон- довій біржі отримана наступна інформація про кількість угод за остан- ній місяць:

$X$ , кількість угод	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кількість інвесторів	146	97	73	34	23	10	6	3	4	2	2

Визначити ймовірності того, що випадково обраний інвестор зробив: а) нуль угод; б) хоча б одну угоду; в) більше п'яти угод; г) менше шести угод; д) відрахуйте середньо квадратичне відхилення кількості угод.

Завдання 9. Т. Початковий капітал торговця – «човника» складає 10 000 грн. Досвідчені колеги сказали йому, що після кожної поїздки капітал з ймовірністю  $\frac{1}{2}$  збільшується у півтора рази, з ймовірністю  $\frac{1}{4}$  залишається без змін та з ймовірністю  $\frac{1}{4}$  зменшується у півтора рази. Скласти закон розподілу капіталу торговця після двох поїздок та знайти його математичне сподівання.

Завдання 10. Т. Розподіл Парето. Річний дохід випадково обраного платника податків описується випадковою величиною  $X$  з щільністю розподілу  $f(x) = \begin{cases} 0, & x < 1, \\ \frac{c}{x^{3,5}}, & x \geq 1. \end{cases}$  Знайти значення параметра  $c$ , функцію розподілу річного доходу, середній річний дохід та середньоквадратичне відхилення річного доходу. Визначити розмір річного доходу  $x_{min}$ , не нижче якого з ймовірністю 0,5 опиниться річний дохід випадково обраного платника податків.

За результатами олімпіади визначено переможців (окремо за кожний тур і в цілому за три тури), проведено аналіз запропонованих завдань в системі Zoom конференції, під час засідання математичного гуртка. Апеляція проводилась після кожного тура, результат перевірки студенти отримували на Moodle. Всього сертифікати учасника отримало 42 студенти, за підсумками трьох турів нагороджено 15 студентів, які отримали призові місця. Потенційно до участі в олімпіаді було допущено понад 400 студентів перших-других курсів.

УДК 62-049.5(043,2)

**Донченко М. В.,**  
*канд. техн. наук, доцент кафедри ІС,  
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

## **ОЦІНКА БЕЗПЕКИ АВАРІЙНО-НЕБЕЗПЕЧНИХ СИСТЕМ**

Функціонування будь-якої системи тісно пов'язане з функціонуванням оточуючих її інших систем. Взаємодія таких систем породжує впливи і викликає певні зміни, як фізичні, так і функціональні. Якщо такі зміни

приводять до вимушених загроз для оточуючих систем, людей, довкілля, то виникає питання оцінки того, наскільки така система є безпечною і яким чином можна знизити ризики при її використанні. В будь-якому випадку цю проблему потрібно розглядати комплексно, враховуючи загрозові впливи на систему її оточення і, як результат, можливі негативні фізичні наслідки для самої системи і ефективності її функціонування, а також для людей та довкілля.

Переважає більшість систем не створюють суттєвих загроз, тому ми будемо розглядати тільки такі, які можуть стати їх причиною чи попадати в аварійні ситуації. Оскільки, в силу специфіки функціонування, повністю уникати аварійні ситуації неможливо, то важливо визначати причини їх появи, аналізувати їхні наслідки і враховувати при проектуванні і експлуатації з метою їх зменшення чи уникання. Для цього необхідно аналізувати всі можливі взаємні впливи, деструктивні зміни і наслідки, оцінити їх і шукати можливості їх зменшення.

На світі існує широке розмаїття різних систем: екологічних, соціальних, глобальних, технічних і т.п., тому ми будемо розглядати тільки технічні системи (ТС), але концептуальний підхід може бути корисним і для інших систем з урахуванням їх специфіки..

Уточнимо визначення безпеки і нормального функціонування ТС. Під безпекою розуміється відсутність неприйнятних впливів і змін, які приводять до загроз цілісності самої системи, здоров'ю чи життю людей, іншим системам і негативним змінам довкілля. Це, фактично, і досягається при нормальному функціонуванні ТС.

Для оцінки рівня безпеки потрібно враховувати всі можливі ризики при функціонуванні системи в умовах багатofакторного впливу. В самому загальному випадку, стан системи можна описати такими подіями:

- А – загроз немає і система нормально функціонує;
- Б – внутрішній стан нормальний, але pojawiaються зовнішні впливи, які можуть привести до відмов і до критичних ситуацій;
- В – внутрішній стан нормальний, але pojawiaються зовнішні впливи, які можуть вивести систему із ладу шляхом фізичної дії;
- Г – внутрішній стан нормальний, але неправильне управління чи обслуговування можуть привести до критичних ситуацій;

Описані події з великою долею ймовірності можна вважати несумісними. Тоді стан системи можна описати сумою цих подій – появою хоча б однієї або кількох з цих подій.

$$C=A+B+V+Г.$$

А ймовірність суми буде дорівнювати сумі ймовірностей подій.

$$P\{C\} = P\{A\} + P\{B\} + P\{V\} + P\{Г\}.$$

Більше того, події А, Б, В, Г утворюють повну групу несумісних подій. В такому випадку сума їх ймовірностей дорівнює 1.

$$1 = P\{A\} + P\{B\} + P\{V\} + P\{Г\}.$$

Тоді ймовірність того, що система буде нормально функціонувати буде дорівнювати:

$$P\{A\} = 1 - (P\{B\} + P\{V\} + P\{Г\}),$$

де  $P\{A\} = S(t)$  – розподіл функції безпеки;

$P\{B\} = F(t)$  – розподіл ймовірності появи відмови на  $(0, t)$ ;

$P\{V\}$ ;  $P\{Г\}$  – ймовірності появи критичних ситуацій за умови появи загроз.

Розглянемо детальніше подію В. Для того, щоб вона настала необхідна одночасна поява двох подій:

– М – ТС нормально функціонує;

– Н – появляється загроза, яка може привести до відмови і настання критичної ситуації.

Тоді подія В буде дорівнювати добутку подій М і Н:  $V = M * N$ , а ймовірність  $P\{V\}$  буде дорівнювати добутку ймовірностей  $P\{V\} = P\{M\} * P\{N\}$ . Позначимо ймовірність появи аварійної ситуації на  $(0, t)$  для події В як  $V_B(t)$ . Ймовірність  $P\{M\}$  є функція надійності ТС на  $(0, t)$  –  $P(t) = (1 - F(t))$ , а ймовірність  $P\{N\}$  – функція розподілу появи загрози типу В на  $(0, t)$ :  $Z_B(t)$ . Тоді ймовірність настання аварійної ситуації типу В буде дорівнювати:

$$V_B(t) = P(t) * Z_B(t).$$

За аналогією запишемо вираз розподілу для подій типу Г

$$V_G(t) = P(t) * Z_G(t).$$

Тоді функція безпеки прийме вигляд:

$$S(t) = 1 - [F(t) + V_B(t) + V_G(t)].$$

Підставимо значення

$$S(t) = 1 - \{F(t) + [1 - (F(t))] * Z_B(t) + [1 - (F(t))] * Z_G(t)\}.$$

Показники надійності відомі і їх визначення детально розроблено. А ймовірності появи загроз і критичних ситуацій можна визначати шляхом імітаційного моделювання, статистики появи загроз і аварій чи шляхом прискорених випробувань.

**Висновки.** Запропоновано визначення розподілу функції безпеки. Знайдено можливість врахування надійності при визначенні оцінки безпеки. Визначені напрямки оцінки і можливості підвищення безпеки використання ТС.



## **ВРАХУВАННЯ СИСТЕМ ЗАХИСТУ ПРИ ОЦІНЦІ БЕЗПЕКИ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ**

Функціонування будь-якої системи тісно пов'язане з функціонуванням оточуючих її інших систем. Взаємодія таких систем породжує впливи і викликає певні зміни, як фізичні, так і функціональні. Якщо такі зміни приводять до вимушених загроз для оточуючих систем, людей, довкілля, то виникає питання оцінки того, наскільки така система є безпечною і яким чином можна знизити ризики при її використанні. В будь-якому випадку цю проблему потрібно розглядати комплексно, враховуючи загрозливі впливи на систему її оточення і, як результат, можливі негативні фізичні наслідки для самої системи і ефективності її функціонування, а також для людей та довкілля.

Можна розглядати два варіанти оцінки безпеки ТС:

- без системи захисту від шкідливих впливів;
- з урахуванням систем захисту.

Необхідність захисту ТС людство оцінило уже давно. Умовно їх можна розділити на:

- конструктивно-технологічні;
- організаційні;
- інформаційні.

Конструктивно-технологічні заходи – це розробка такої конструкції і технології виготовлення для забезпечення протидії основним негативним впливам, які знижують безпеку. Такі заходи використовують і для забезпечення надійності, тільки для заданих умов функціонування. Фактично, підвищення надійності сприяє підвищенню рівня безпеки, але для загальних умов використання ТС. Проте конструктивний захист спрямований на протидію найбільш небезпечним факторам, які можуть привести до аварійної ситуації. Ці фактори випадкові і, по своїй природі, можуть бути, як внутрішніми так і зовнішніми, практично, при нормальному функціонуванні не виникають. А їхня дія має екстремальний характер.

Проте слід зазначити, що конструктивне забезпечення безпеки має свої особливості, які, виходячи з того, які фактори можуть привести до небезпечних ситуацій і від їх наслідків. Крім того, слід враховувати специфіку впливу факторів і ймовірності їх появи в умовах експлуатації.

Оскільки, як правило, таке забезпечення пов'язане з додатковими капіталовкладеннями, то враховуючи пріоритети захисту людей, самого виробу і всього з ним пов'язаного, а також докільля, шукають оптимальне рішення, виходячи з того, наскільки тяжкі наслідки можливої аварійної ситуації.

Організаційний захист – це, в першу чергу, не допущення аварійних ситуацій з причин:

- технічного стану виробів;
- уникання попадання в небезпечні ситуації;
- зменшення впливу людського фактору.

Незадовільний технічний стан виробу часто приводить до аварійної ситуації, наприклад, відмова тормозної системи транспортного засобу або неможливість виконання важливих функцій в критичних ситуаціях (втрата ходу судна, особливо в шторм чи при русі у вузькостях).

Експлуатація виробу також може бути пов'язана (в силу специфіки) з можливостями попадання в ситуації, які можуть спровокувати аварію. Такі ситуації випадкові, але ймовірність їх появи, в багатьох випадках, можна прогнозувати, а це може надати можливість уникнути критичної ситуації або відповідним чином до неї підготуватися, чим суттєво зменшити її негативні наслідки. Важливу роль, у цьому аспекті, відіграє інформаційний захист. З появою інформаційних систем, особливо геоінформаційних, з'явилась потужна можливість аналізувати функціонування ТС в динамічному інформаційному полі, прогнозувати зміни, моделювати потрапляння в критичні ситуації, шукати оптимальні виходи з таких ситуацій, надавати оперативну необхідну інформацію, попереджати про можливе настання критичних ситуацій і т. п. Поєднання організаційного і інформаційного захисту дозволяє суттєво зменшити негативний вплив «людського фактору» на появу аварійних ситуацій.

В умовах наявності систем захисту від несприятливих впливів слід враховувати наскільки вони можуть протидіяти загрозам при появі шкідливого впливу. В такому випадку, важливо оцінити наскільки така система здатна протидіяти впливу несприятливого фактору при його появі.

В умовах появи конструктивного і організаційного захисту безпека покращується за рахунок протидії негативним факторам і опис станів ТС можна представити так:

- А – загроз немає і система нормально функціонує;
- Б – внутрішній стан нормальний, але проявляються зовнішні впливи, які можуть привести до відмов і до критичних ситуацій;
- В – внутрішній стан нормальний, але проявляються зовнішні впливи, які можуть вивести систему із ладу шляхом фізичної дії;
- К – з'являється потужний шкідливий зовнішній вплив, з яким конструктивний захист не справляється;

– Л – з'являється потужний шкідливий зовнішній вплив «людського фактору» такий, що організаційний захист не спрацює;

Події К і Л з'явилися тому, що захист, без сумніву, спрацює, але до певної міри. Неспрацювання захисту реально, у зв'язку з тим, що 100% захист неможливий, а ще й до того його рівень вибирається оптимальним. Тоді функція безпеки прийме вигляд:

$$P\{A\}=1-(P\{B\}+P\{V\}=P\{K\}+P\{L\}). \quad (1)$$

де  $P\{A\}=S(t)$  – розподіл функції безпеки;

$P\{B\}=F(t)$  – розподіл ймовірності появи відмови;

$P\{V\}$  – ймовірність появи критичних ситуацій за умови появи загроз;

$P\{K\}$ ;  $P\{L\}$ ; – ймовірності неспрацювання захисту за умови появи потужних загроз.

Підставимо в (1) відповідні ймовірності, тоді функція безпеки прийме вигляд:

$$S(t)=1-F(t)+\{1-F(t)\} * Z_{в}(t)+\{1-F(t)\} * Z_{к}(t) * Z_{кmax}(t)+\{1-F(t)\} * Z_{л}(t) * Z_{лmax}(t)^*, \quad (2)$$

де  $F(t)$  – розподіл ймовірності появи відмови;

$Z_{в}(t)$  – розподіл ймовірності появи загрози типу В;

$Z_{к}(t)$  – розподіл ймовірності появи загрози типу К;

$Z_{кmax}(t)$  – розподіл ймовірності того, загроза типу К буде вищою ніж конструктивний захист;

$Z_{л}(t)$  розподіл ймовірності появи загрози типу Л;

$Z_{лmax}(t)$  – розподіл ймовірності того, загроза типу Л буде вищою ніж організаційний захист;

Показники надійності відомі і їх визначення детально розроблено. А ймовірності появи загроз і критичних ситуацій можна визначати шляхом імітаційного моделювання, статистики появи загроз і аварій чи шляхом прискорених випробувань.

**Висновки.** Знайдено можливість врахування надійності і систем захисту при визначенні оцінки безпеки. Визначені напрямки оцінки і можливості підвищення безпеки використання ТС.

УДК 519.226

**Калініна І. О.,**

*канд. техн. наук, доцент кафедри ІС,  
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

## **ПОБУДОВА БАЙЄСІВСЬКИХ ДИНАМІЧНИХ МОДЕЛЕЙ В ПРОСТОРІ СТАНІВ**

В основі побудови байєсівських динамічних моделей в просторі станів лежить методологія, відома в літературі під кількома назвами:

«байєсівські структурні моделі часових рядів», «моделі простору станів», «динамічні лінійні моделі», моделі на основі фільтра Калмана та ін. У багатьох інструментальних середовищах, які реалізують технологію байєсівських динамічних моделей, акцентується увага на прогнозуванні часових рядів, представлених даними, а також є можливість додавати до моделі сторонні предиктори. Оцінка параметрів моделі здійснюється з використанням принципів байєсівської статистики. Однак на відміну від поширеного підходу, який виконує підгонку єдиної узагальненої адитивної моделі, представлена методологія, яка заснована на байєсівському усередненні результатів прогнозувань за допомогою ансамблю, що складається з великої кількості альтернативних моделей. Ця методологія є більш загальною і гнучкою для побудови байєсівських динамічних моделей в просторі станів.

Побудова байєсівських динамічних моделей в просторі станів. Якщо  $y_t$  — це значення деякої кількісної змінної, що фіксується в момент часу  $t$ , то структура на модель часового ряду задається двома рівняннями:

$$\begin{aligned} y_t &= H_t^T x_t + \varepsilon_t, & \varepsilon_t &\sim N(0, R_T), \\ x_{t+1} &= A_t x_t + B_t \eta_t, & \eta_t &\sim N(0, Q_T). \end{aligned}$$

Передбачається, що в кожен момент часу  $t$  вивчається динамічна система може перебувати в деякому неспостереженому в явному вигляді (латентному) стані  $x_t$ . Перше з наведених рівнянь пов'язує дані, що спостерігаються, з вектором таких латентних станів та називається *рівнянням спостережень*. Друге рівняння задає процес переходу з одного латентного стану в інше і називається *рівнянням переходів*. Таким чином, стан системи в кожен момент часу визначається тільки її станом в попередній момент, тобто динаміка системи має марківський характер. Залишки  $\varepsilon_t$  та  $\eta_t$ , незалежні один від одного і мають нормальний розподіл із середнім 0. Матриці  $H_t$ ,  $A_t$  та  $B_t$  називають *структурними параметрами*. Вони зазвичай містять як відомі значення (індикаторні змінні 1 і 0), так і невідомі параметри. Моделі, які можна описати за допомогою наведених двох рівнянь, називають *моделями простору станів* для кінцевого часового ряду з  $T$  спостереженнями. У цій формі можна уявити дуже широке коло моделей, включаючи, наприклад, всі різновиди ARIMA.

Одним з сімейств моделей простору станів є *структурні моделі часових рядів*. У структурних моделях часовий ряд представлений у вигляді суми не спостережуваних компонент, які можна інтерпретувати як тренд, сезонність, ефекти предикторів і т.п. Ці компоненти є свого роду «будівельними блоками», які дослідник може поєднувати відповідно до розв'язуваної завданням та особливостями даних. Так, для часових рядів базову структурну модель з предикторами можна представити таким чином:

$$\begin{aligned}
y_t &= \mu_t + \gamma_t + \beta^T \alpha_t + \varepsilon_t, \\
\mu_t &= \mu_{t-1} + \delta_{t-1} + u_t, \\
\delta_t &= \delta_{t-1} + v_t, \\
\gamma_t &= - \sum_{s=1}^{S-1} \gamma_{t-s} + w_t,
\end{aligned}$$

де  $\mu_t$  – це поточне значення тренда моделі, а  $\delta_t$  – його коефіцієнт приросту. Сезонна компонента  $\gamma_t$  представлена у вигляді  $S-1$  індикаторних змінних до мінливих в часі коефіцієнтами. В даному випадку  $\eta_t = (u_t, v_t, w_t)$  об'єднує незалежні нормально розподілені випадкові коливання,  $Q_T$  – діагональна матриця, діагональ якої містить  $\sigma_u^2, \sigma_v^2$  та  $\sigma_w^2$ , а  $R_T$  – це скаляр  $\sigma_\varepsilon^2$ . Оцінювання на основі даних підлягають дисперсії  $\sigma_u^2, \sigma_v^2, \sigma_w^2, \sigma_\varepsilon^2$ , а також коефіцієнти регресії  $\beta$ .

Підгонка структурних моделей часових рядів виконується з використанням фільтра Калмана та методу Монте-Карло за схемою Марковських ланцюгів (МСМС). Для оцінювання та одночасної регуляризації коефіцієнтів регресії застосовується т.зв. метод «spike-and-slab». Цей метод полягає в присвоєнні кожному коефіцієнту регресії високої апіорної ймовірності того, що він дорівнює нулю. Використовуючи дані, які досліджуються та теорему Байеса, ймовірності включення оновлюють. Надалі при МСМС-семпліруванні коефіцієнтів з отриманих апостеріорних розподілів багато коефіцієнтів виявляються рівними нулю.

Представлений підхід до побудови динамічних байєсовських моделей дозволяє ефективно виконати селекцію найбільш важливих предикторів і паралельно позбутися мультиколінеарності, завдяки чому в байєсовські структурні моделі можливо включати велику кількість предикторів без ризику перенавчання.

УДК 378.4

**Кондратенко Г. В.,**

*канд. техн. наук, доцент кафедри ІС,*

**Сіденко Є. В.,**

*канд. техн. наук, доцент кафедри ІС,*

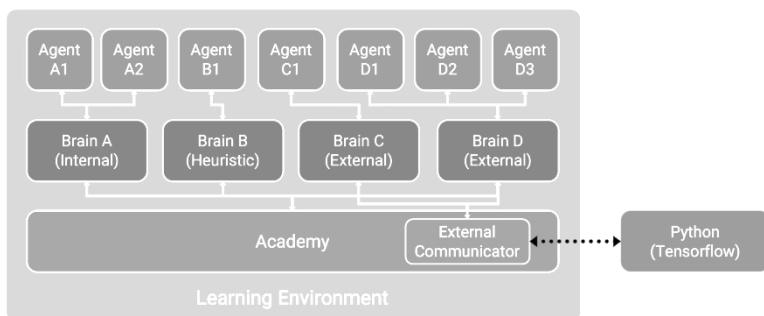
*ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

## **СИСТЕМА НАВЧАННЯ ІГРОВИХ ОБ'ЄКТІВ НА ОСНОВІ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ**

В доповіді обговорюються питання розробки архітектури нейронної мережі для керування ігровими агентами, поведінка яких буде максимально схожою з людською.

На найпростішому рівні ігровий штучний інтелект (ШІ) полягає в моделюванні або імітації поведінки інших гравців або об'єктів. З методів штучного інтелекту в індустрії комп'ютерних ігор найбільшого поширення набули кінцеві автомати, системи на основі правил та використання нейронних мереж.

Основними бібліотеками для створення моделей штучного інтелекту, які підтримуються ігровим двигуном Unity є Acord.Net, CNTK, Tensorflow та unity ml-agents. Вбудовування плагіну штучного інтелекту у ігровий проект відбувається за схемою рис. 1.



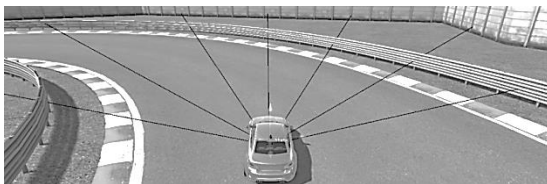
**Рис. 1.** Схема вбудовування плагіну штучного інтелекту у ігровий проект

Перш ніж розпочати вбудовування плагіну штучного інтелекту слід створити звичайну ігрову сцену, на якій будуть розміщені агенти та інші об'єкти (рис. 2). В якості середовища буде виступати гоночна траса, а в якості агента – автомобіль, завдання якого проїхати якомога довшу дистанцію.



**Рис. 2.** Траса для навчання агента

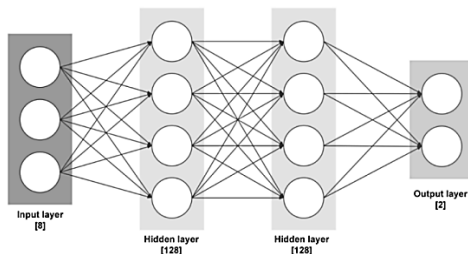
Гоночна траса має складну будову з великою кількістю поворотів різного типу, що забезпечить швидке навчання агенту. Траса складається з дороги та обмежувального бордюру. Це зроблено для обмеження руху агенту. Для інтеграції системи штучного інтелекту в ігрове середовище необхідно додати об'єкти для орієнтування агенту у сцені. А для того, щоб агент міг взаємодіяти з орієнтирами була розроблена система променів. Найкраще пускати промені в 7 напрямках під кутами 20, 45, 70, 90, 110, 135 та 160 градусів та довжиною в 50 ігрових одиниць довжини. Така система забезпечує отримання максимальної кількості корисної інформації про місцезположення агенту (рис. 3). На етапі входження в поворот важливу роль грає швидкість агенту, тому останньою складовою вектору вхідних значень буде швидкість.



**Рис. 3.** Промені агенту

В якості вхідних даних нейронної мережі використовується довжина кожного променя та швидкість агенту. В якості вихідних даних виступає вектор з двома значеннями в межах  $[-1;1]$ , а саме горизонтальна та вертикальна осі керування, де горизонтальна вісь використовується для надання прискорення автомобілю, в тому числі і від'ємного, імітуючи гальма, а вертикальна вісь використовується для повороту передніх коліс, де поворот наліво виконується, якщо значення параметру менше 0, а праворуч – більше 0.

Згідно заданим параметрам була розроблена архітектура нейронної мережі, яка містить вхідний шар, два приховані шари та вихідний шар (рис. 4).



**Рис. 4.** Архітектура створеної нейронної мережі

В ході аналізу існуючих ігрових двигунів, які підтримують моделювання 3D середовищ, було обрано двигун Unity для створення сцени проєкту. Досліджено наявні фреймворки для створення штучних нейронних мереж та впровадження їх у ігровий проєкт. Розглянуто технологію Unity-machine-learning-agents, яка використовує всі плюси популярної бібліотеки TensorFlow, при цьому має полегшену інтеграцію у проєкт.

УДК 004.896

**Кулаковська І. В.,**

*канд. фіз-мат. наук, доцент кафедри ІС,  
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

## **ПРОЄКТУВАННЯ ПІДСИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РОЗУМНИМ БУДИНКОМ**

Власне підсистема планування складається з кількох груп самостійних компонентів, що спілкуються через певні інтерфейси зв'язку. *Сервіси розрахунків* включають в себе засоби аналізу даних: відсіювання шумів та аномальних сигналів, кластеризації та класифікації, оцінки зібраних моделей даних. *Сервіси побудови та оптимізації* режимів роботи та поведінки пристроїв. Такі сервіси представлені окремими програмними блоками, що підключаються до підсистеми для кожного окремого типу пристроїв. Наприклад, для системи опалення може бути створена бібліотека/програмний модуль/пакунок скриптів, що спеціалізується на таких пристроях як датчики температури, електричні обігрівачі тощо. Такий модуль здатен ефективно налаштовувати роботу системи опалення, враховуючи їх ключові особливості. Власне, ідея конструювання та доповнення підсистеми планування спеціалізованими модулями під кожен тип пристроїв забезпечує розширюваність такої системи. Сам же сервіс планування є кореневим компонентом даної підсистеми та виконує роль агрегатора даних та процесів, контейнера/контролера функціональних блоків. Саме через його інтерфейси вся система здатна отримувати необхідну інформацію щодо регулювання роботи пристроїв.

Принцип роботи системи (на базі підсистеми планування) полягає у наступному: на основі зібраної інформації про активність пристроїв, зовнішні чинники (як от погодні умови), стороння часова інформація (робочі дні, вихідні, свята тощо) формується базова модель поведінки, взаємозв'язків різних факторів тощо; система бере на себе роль коор-



динатора роботи пристроїв; постійно аналізується діяльність користувача задля покращення формування режимів роботи пристроїв, виявлення шаблонів поведінки та інше.

Можна виокремити такі базові етапи роботи системи.

1) Навчання. Триває орієнтовно один календарний тиждень, починаючи з першого дня (неділя чи понеділок, залежить від регіону) включно з вихідними днями;

2) Налагодження. Виконується наприкінці кожного робочого дня при навчанні, а також у підсумку тижня, місяця, кварталу при нормальній роботі. У цей час виконується аналіз зібраної статистичної інформації, корегуються режими роботи, перевіряються журнали подій та збоїв. Після завершення першого етапу виконується виключно у години найменшої активності у будинку для уникнення конфліктів між потоками даних;

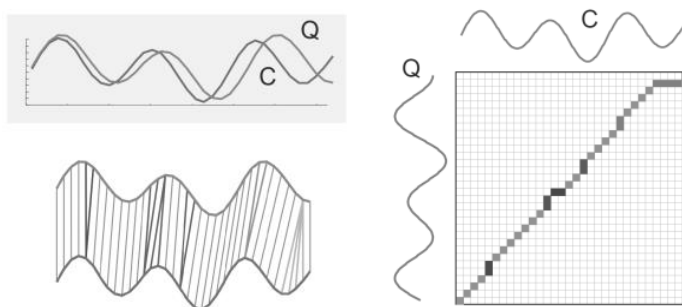
3) «Нормальна» робота. Виконується базовий мінімум обміну інформації, збираються дані про активність пристроїв, показники із зовнішніх датчиків, ведеться журнал збоїв. У даному режимі система намагається виконувати щонайменше взаємодій між компонентами заради заощадження енергії, особливо у періоди активності.

Аналіз даних включає в себе засоби відсіювання надлишкової інформації, нормалізацію даних, їх перетворення. Зокрема, корисною методикою при обробці статистичної інформації є Dynamic Time Warping (DTW), що знаходить оптимальне вирівнювання між двома часовими рядами. DTW використовується як метрика, що дозволяє встановити зокрема подібність двох потоків даних у площині часу. У випадку з аналізом даних для «розумного будинку» ця методика може стати у нагоді, адже ми маємо справу з послідовними даними – подіями та станами пристроїв, що виконуються впродовж часу. Стандартні методи кластеризації, не здатні ефективно працювати з даними представленими на часових рядах. Спершу необхідно перетворити такі дані, після чого можна виконувати необхідні дії, зокрема власне кластеризацію.

Як видно на рисунку вище, на початковому представленні часових рядів досить важко провести якийсь аналіз даних. Певні закономірності та зв'язаність подій у окремих рядах прослідковується лише візуально, але із помітним зусовом. Тоді як при порівнянні через викривлення часу, вдається прослідкувати ділянки де чітко помітні зміни чи подібності.

У даній роботі розглянуто варіант підсистеми «розумний дім», що застосовуватиме методики аналізу даних з урахуванням таких факторів, як розпорядок дня господаря будинку, зміни характеру поведінки

згідно з сезоном року, періодичність виконання дій тощо. При цьому, приділятиметься увага надійності системи та ефективності її роботи.



**Рис. 1.** Часові ряди C та Q та їх пов'язані точки за DTW, мінімальний шлях викривлення між часовими рядами.

УДК 681.5

**Скакодуб О. С.,**  
викладач кафедри ІС,  
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

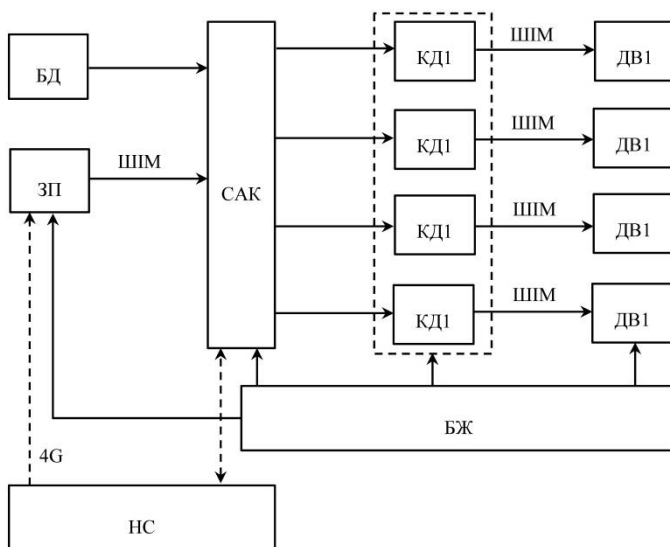
## **КОМПЛЕКС ЗАДАЧ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ**

В доповіді розглядаються результати аналізу комплексу задач автоматичного керування польотом безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Виявлені основні керовані змінні системи автоматичного керування БПЛА для подальшого синтезу функціональних структур, математичних моделей та програмно-апаратних засобів.

На теперішній час розробка БПЛА є актуальним завданням багатьох країн світу. Найбільш поширеним є застосування БПЛА для проведення фото- та відео-зйомки, а також для дослідження різних параметрів оточуючого середовища. Також, досить популярним є використання БПЛА в аграрному секторі. Зокрема, впровадження різнотипних БПЛА в сільське господарство дозволяє вирішувати такі задачі як: моніторинг сільських посівів на наявність підтоплень, контроль збалансованості посівів на великих територіях, боротьба зі шкідливими птахами, зрошення добрив та контроль поливу тощо. Рішення перерахованих задач дозволяє суттєво покращити ефективність та економічні

показники аграрного сектору. Також актуальною проблемою сьогодення є боротьба з лісовими пожежами. Для відслідковування розповсюдження вогню рятувальні служби залучають велику кількість літаків та вертольотів. При цьому можливості класичної авіації досить обмежені через високі економічні витрати. Тому нагальною проблемою сьогодення стало створення недорогих моніторингових БПЛА, які би дозволяли проводити постійний патруль легкозаймистої місцевості, моніторити зони з великою задимленістю інфрачервоними датчиками та навіть розпилювати протипожежні речовини. Одним з таких є великі вантажні БПЛА, які можуть перевозити невеликі вантажі, наприклад циліндри з протипожежною речовиною. При вирішенні вищенаведених задач, комплексна автоматизація БПЛА дозволяє значно підвищити їх основні показники ефективності, а також знизити навантаження на пілотів-операторів.

Узагальнена структурна схема БПЛА наведена на рис. 1, де позначено: ЗП – задавальний пристрій системи керування БПЛА; БД – блок датчиків; САК – система автоматичного керування, КД1, КД2, КД3, КД4 – контролери двигунів, ДВ1, ДВ2, ДВ3, ДВ4 – двигуни БПЛА, ШІМ – широтно-імпульсна модуляція; БЖ – блок живлення основних компонентів БПЛА; НС – наземна станція для ручного керування БПЛА.



**Рис. 1.** Структурна схема БПЛА як об'єкту керування траєкторією польоту

Для забезпечення безперервного польоту БПЛА необхідно розв'язати наступні задачі автоматичного керування такі як: керування положенням БПЛА в трьох-вимірній системі координат, керування швидкістю польоту за основними координатами, керування рухом по заданій траєкторії з обходом перешкод.

Розглядаючи дану структурну схему можна виділити наступні основні керовані змінні: координати просторового положення  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , швидкості польоту за основними координатами  $V_x$ ,  $V_y$ ,  $V_z$ , відстані до перешкод у тривимірному просторі.

Розглянута система керування польотом БПЛА функціонує в умовах невизначених параметричних та координатних збурень та потребує наявності високоефективних алгоритмів керування виконавчого, тактичного та стратегічного рівнів. Аналіз методів, схемотехнічних рішень та програмно-апаратних засобів для проектування та реалізації САК складними рухомими об'єктами показує доцільність використання принципів інтелектуального керування, що спираються на теорії нечіткої логіки, штучних нейронних мереж та еволюційних обчислень.

УДК 004.054:057

**Таранов М. О.,**  
*викладач кафедри ІС,  
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

## **ЗАСТОСУВАННЯ SVELTE ПІД ЧАС СТВОРЕННЯ КОРИСТУВАЦЬКИХ СКРИПТІВ**

Користувацькі скрипти (КС) це монолітні програми на мові JavaScript, що подібні до розширень браузерів. Однак вони можуть впливати тільки на відвідувані вебсайти, а їх додатковий функціонал менше за розширення і регулюється системою керування користувацькими скриптами, яка керує виконанням КС. Тим не менш, КС зручні у використанні коли (а) можливостей КС достатньо для вирішення поставленої задачі, (б) розмір програми є відносно малий (наприклад, не перевищує і тисячі рядків), (в) кількість цільових користувачів дуже мала (наприклад, десяток чи й того менше) або необхідність у вирішенні поставленої задачі є тимчасовою і тому немає сенсу створювати і реєструвати повноцінне розширення. Хоча можна використовувати розпаковане розширення, часто використання КС може бути більш простим і зручним, особливо для звичайних користувачів, які не дуже підковані у технічному плані.

При цьому, вирішення задачі може вимагати створення досить комплексного графічного інтерфейсу, а реалізація виведення даних, їх оновлення на формі, зміна стану інтерфейсу в залежності від різних умов може зайняти значну кількість часу та бути джерелом різноманітних багів. У разі вебсайтів, для цього застосовують такі фреймворки як Angular, React, Vue.js, однак для такого невеликого проекту як КС, більш оптимальним вибором може стати Svelte. Його розмір менше за названі фреймворки, а замість віртуального DOM він використовує пряме оновлення необхідних елементів, що знижує навантаження на процесор і покращує чутливість інтерфейсу. Однак спільною проблемою усіх цих фреймворків є те, що вони не дуже розраховані на використання у КС, який вимагає щоб увесь необхідний код був в одному єдиному файлі.

Нехай у якості тестової задачі буде створення простого калькулятора та виведення його на сторінці <https://www.google.com/>. Сам калькулятор, можна створити прямо у браузері за допомогою REPL Svelte, після чого завантажити цей проект, який буде представляти з себе готовий локальний вебсервер. Основна структура проекту представлена на рис. 1.



**Рис. 1.** Структура завантаженого проекту

Тепер необхідно скоригувати налаштування проекту, щоб він створював монолітний файл типу КС. Серцем проекту вже є Rollup, який об'єднує увесь код у один файл і нам необхідно лише доналаштувати його.

Спочатку скоригуємо файл package.json: а саме замінимо плагіни css-only та livereload на «rollup-plugin-styles»: «\*^3.0.0» – він буде вбудовувати CSS стилі прямо у JS-файл замість зовнішнього файлу. Також скоротимо і скоригуємо список скриптів:

«build»: «rollup -c --environment PROD»,  
«dev»: «rollup -c»

Тепер перейдемо до файлу `rollup.config.js`. На початку файлу замінимо імпорти `livereload` та `css-only` на імпорт `rollup-plugin-styles`. Далі приберемо виклики функцій `serve` і `livereload`, а виклик `css` замінимо на виклик `styles` без параметрів. Також константу `production` будемо ініціалізувати значенням `!!process.env.PROD`.

Користувацький скрипт зобов'язаний мати метаблок на початку файлу – це набір коментарів, в яких вказана різноманітна інформація необхідна для коректного виконання КС. Тому створимо файл `src/meta.user.js` в якому і вкажемо ці дані. Для вбудовування у кінцевий файл додамо параметр `output.banner: getMetablock` та відповідну функцію:

```
function getMetablock () {
  return new Promise((resolve, reject) => {
    require(«fs»).readFile(«src/meta.user.js», «utf8», (err, data) => {
      err ? reject(err) : resolve(data);
    });
  });
}
```

У разі виконання команди `build`, відбувається мінімізація коду, при цьому прибираються коментарі, включаючи необхідний метаблок. Щоб запобігти цьому, передамо у `terser` функцію, яка вбереже наш метаблок:

```
format: {
  comments: function leaveMetaBlock (node, { value, type }) {
    if (value.trim().startsWith(«==UserScript==») && !(«inmeta» in
leaveMetaBlock)) {
      leaveMetaBlock.inmeta = true;
      return true;
    }
    if (value.trim().startsWith(«==/UserScript==») && leaveMetaBlock.inmeta) {
      leaveMetaBlock.inmeta = false;
      return true;
    }
    return leaveMetaBlock.inmeta;
  }
}
```

Налаштування проекту завершено.

У файлі `src/main.js` зробимо додавання нашого калькулятора до веб-сторінки. Потім через командний рядок командою `npm install` необхідно встановити потрібні бібліотеки, а командою `npm run dev` або `npm run build` скопіювати КС. Встановивши КС з файлу `public/build/bundle.js` та відкривши посилання <https://www.google.com/>, ми побачимо наш калькулятор (рис. 2).



**Рис. 2.** Результат роботи КС

Таким чином, можна створювати користувацькі скрипти із застосуванням Svelte для полегшення та скорочення часу розробки. Переглянути увесь кінцевий код проекту можна за посиланням <https://github.com/7nik/test-svelte-userscript>.

УДК [519.87]:35.072.22

**Трунов О. М.,**  
*д-р техн. наук, професор кафедри АКИТ,*  
**Кошовий В. В.,**  
*старший викладач кафедри ІС,*  
*ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

## **ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕГРАЛЬНОГО ІНДЕКСУ ЯКОСТІ ДЛЯ ОЦІНКИ МОДЕЛІ АДАПТИВНОГО ІНТЕРФЕЙСУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

**Постановка проблеми та її зв'язок із важливими науковими й практичними завданнями.** На сьогоднішній день, оцінка якості програмного забезпечення в основному проводиться на етапі завершення розробки, коли відбувається тестування експертами чи користувачами. При цьому оскільки жоден з кількісних чи якісних методів не дає всебічної оцінки якості інтерфейсу, то найбільш повна оцінка можлива лише при сумісному використанні декількох методів, що значно підвищує трудомісткість, час і витрати на тестування програмного забезпечення.

Згідно з засобами реагування на дії користувача інтерфейси можна умовно розділити наступним чином:

- автоматизовані – активація завдання, вибірка відповідних даних та вибір заздалегідь визначених сценаріїв для виконання задачі відбуваються автоматично при виконанні відповідних, наперед заданих умов;
- діалогові – обмін інформацією здійснюється шляхом передачі діалогових повідомлень з можливістю вибору варіантів дій;
- інтерактивні – здатність системи різноманітним чином реагувати на дії користувача;
- адаптивні – здатність системи реагувати на дії користувача цілеспрямованою зміною параметрів і налаштувань таким чином, щоб підвищити користувацьку зручність та привабливість інтерфейсу програмного забезпечення (ПЗ).

Можна виділити наступні критерії, за допомогою яких можна описати «користувацьку зручність» ПЗ:

- зрозумілість, тобто легкість навчання;
- трудомісткість вирішення завдань із використанням інтерфейсу (інакше кажучи, швидкість роботи);
- частота помилок, що виникають при роботі з інтерфейсом ПЗ;
- суб'єктивне задоволення від роботи з інтерфейсом програмного забезпечення.

Для оцінки якості інтерфейсу введемо інтегральний індекс якості інтерфейсу, що характеризує користувацьку зручність інтерфейсу програмного забезпечення – QUI (Quality User Interface – якість інтерфейсу користувача).

#### **Ціль та задачі дослідження.**

Метою дослідження – побудувати інформаційну модель адаптивного інтерфейсу, як сукупності чотирьох якісних та кількісних показників: зрозумілість, трудомісткість вирішення завдань, частота помилок при роботі з інтерфейсом користувача та суб'єктивне задоволення від роботи з користувацьким інтерфейсом. Якість інтерфейсу визначається як значення інтегрованого показника індексу якості інтерфейсу програмного забезпечення.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати задачі:

- визначити складові елементи процесу адаптації інтерфейсу програмного забезпечення;
- визначити зміст змін, що потрібно здійснити в процесі адаптації інтерфейсу ПЗ;
- дослідити вплив змін адаптивного інтерфейсу ПЗ на величину інтегрального індексу якості та достовірність отриманих результатів.

**Виклад основного матеріалу.** Визначимо елементи адаптивного інтерфейсу, що можуть впливати на показники, за допомогою яких визначається індекс якості інтерфейсу програмного забезпечення. На



зрозумілість або легкість навчання може впливати такий фактор як форма подання інформації та способи якими відбувається людино-машинний діалог. Трудомісткість вирішення завдань із використанням інтерфейсу або швидкість роботи може визначатись фактором рівня автоматизації виконуваних завдань, тобто диференційованим підходом до розподілу завдань між людиною і системою. На частоту помилок, що виникають при роботі з інтерфейсом, впливає фактор обсягу та змісту інформації, що оброблюється користувачем. На суб'єктивне задоволення від роботи з інтерфейсом програмного забезпечення можуть впливати фактор гнучкості та різноманітності налаштувань параметрів інтерфейсу і представлення даних, що оброблюються системою.

Наступним кроком є визначення змін, що відбуваються з інтерфейсом в процесі його адаптації до потреб користувача. Під зміною форми подання інформації будемо вважати зміну таких показників як кількість підказок, концентрації уваги користувача на найважливіших елементах під час виконання визначених дій тощо. Під автоматизацією виконуваних завдань будемо розуміти процес деталізації людино-машинного діалогу, тобто корекції і налаштування докладного меню, покрокового виконання завдання на початкових етапах до використання комбінацій клавіш і команд макросів з введенням лише значень відповідних параметрів. Під регулюванням процесу представлення інформації будемо вважати використання фільтрів та встановлення пріоритетів у поданні інформації користувачу, змінення темпу подачі даних для обробки тощо. Під гнучкістю налаштувань інтерфейсу вважаємо можливість зміни параметрів яскравості зображення, шрифту тексту, розташування та групування пунктів меню тощо. Зрозуміло, що один фактор або сукупність факторів можуть впливати на один або декілька критеріїв.

Позначимо критерії показниками  $\{x_i, i=\overline{1,4}\}$ . Виберемо для кожного  $i$ -го ряду свою величину норми  $|X_i|_{max}$ , відповідно норму інтегрального індексу якості адаптивного інтерфейсу позначимо  $|QUI|_{max}$ . Для кожного критерію можна застосувати компаратор

$$C_i = \begin{cases} 1, \text{значення параметра } 0 < X_i \leq X_{max} \text{ задовольняє } i - \text{му критерію} \\ 0, \text{значення параметра } X_i = 0 \text{ не відповідає } i - \text{му критерію} \\ -1, \text{значення параметра } -X_{max} \leq X_i < 0 \text{ протирічить } i - \text{му критерію} \end{cases}$$

Позначимо фактори, що впливають на критерії як  $\{f_i, i=\overline{1,4}\}$ .

Введемо позначення інтегрального індексу якості адаптивного інтерфейсу

$$QUI = F(c_1 x_1(f_1, f_2, f_3, f_4), c_2 x_2(f_1, f_2, f_3, f_4), c_3 x_3(f_1, f_2, f_3, f_4), c_4 x_4(f_1, f_2, f_3, f_4)).$$

Наступним кроком є перевірка достовірності побудованої інформаційної моделі оцінки інтегрального індексу якості адаптивного інтерфейсу. Оцінка достовірності інформації – це процес встановлення

ступеня відповідності нашого знання про об'єкт, отриманого за допомогою інформаційної моделі до реальному стану об'єкта. Складність процесу оцінки достовірності інформації полягає в тому, що необхідно оцінити інформацію в цілому таким чином, щоб вірогідність опису (або недостовірність) малозначущих параметрів не опинилася приховуванням дійсного стану об'єкта. Для оцінки достовірності побудованої інформаційної моделі якості інтерфейсу можна скористатись статистичними методами багатofакторного кореляційно-регресійного аналізу.

УДК 519.65

**Khomchenko A.,**  
*Doctor of Physics and Mathematics, Professor,*  
**Vorobyova A.,**  
*PhD, Associate professor,*  
*Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv*

### **CHEBYSHEV-HERMITE POLYNOMIALS AND GEOMETRIC PROBABILITY**

The article discusses the main and most important procedure of the modern finite element method (FEM) – the construction of basic functions. The study object of research is the Chebyshev-Hermite interpolation polynomials. In the FEM, the basis functions are selected in the form of splines and general domains can be constructed quite simply. The main feature of these functions is their finiteness, i.e. in that they vanish everywhere, except for a fixed number of elementary subdomains (simplexes) into which the computational domain is divided. Finite functions provide the sparsity and band structure of the stiffness matrix, as well as the stability of the numerical process of solving the system.

A simple and intuitive model of geometric probability makes it possible to dispense with traditional procedures for compiling and solving a system of linear algebraic equations when constructing a FE basis.

The research aims to spread the probabilistic-geometric construction of FE basis on the family of Hermitian polynomials.

It is advisable to present the ideas of using geometric probability using a simple example of piecewise linear interpolation. This task uses slides of the 1-st order (functions – «covers»). Let the function  $u(x)$  be defined on a finite domain  $[a, b]$ . We divide the computational domain into one-dimensional simplices, that is, introduce a grid on  $[a, b]$ :

$a = x_0 < x_1 < x_2 < \dots < x_{N-1} < x_N = b$   $h_i = x_i - x_{i-1}, i = 1, \dots, N; h_i$  – simplex length.

In practical calculations, functions are usually given in a table, that is, the nodal values and  $u(x)$  are known to us. We assign to each grid node a function (Figure 1)

$$\varphi_i(x) = \begin{cases} \frac{x-x_{i-1}}{h_i}, & x \in (x_{i-1}; x_i), \\ \frac{x_{i+1}-x}{h_{i+1}}, & x \in (x_i, x_{i+1}), \\ 0, & x \notin (x_{i-1}; x_{i+1}), \end{cases} \quad i = 1, \dots, N-1; \quad (1)$$

$$\varphi_0(x) = \begin{cases} \frac{x_1-x}{h_1} & x \in (x_0; x_1); \\ 0, & x \notin (x_0; x_1); \end{cases} \quad \varphi_N(x) = \begin{cases} \frac{x-x_{N-1}}{h_N}, & x \in (x_{N-1}; x_N), \\ 0, & x \notin (x_{N-1}; x_N), \end{cases}$$

**Fig. 1.** Basic functions of piecewise linear interpolation

Obviously, these functions are linearly independent and each of them differs from zero only in the interval  $(x_{i-1}; x_{i+1})$ , that is, under the «cover». At the boundary nodes  $x = x_0$  and  $x = x_N$ , «half-covers» are constructed. The polynomial of piecewise linear interpolation has the form of a linear combination:

$$u_N(x) = \sum_{i=0}^N u_i \cdot \varphi_i(x), \quad (2)$$

Where  $U_i$  is the tabular value of the function at the  $x_i$  node. It should be noted that function (1) is almost orthogonal, that is, only for neighboring functions with a common node  $x_i$ , the scalar product is nonzero.

$$\int_a^b \varphi_i(x) \cdot \varphi_j(x) dx \begin{cases} = 0, & \text{if } |i-j| > 1, \\ \neq 0, & \text{if } |i-j| \leq 1. \end{cases} \quad (3)$$

Due to this property, the FEM equation system has a sparse matrix. In addition, the piecewise linear function excludes the appearance of nonphysical oscillations of the interpolant. From Figure 1 it follows that each simplex is a common carrier of two «half-covers». Pay attention to the following properties of this pair:

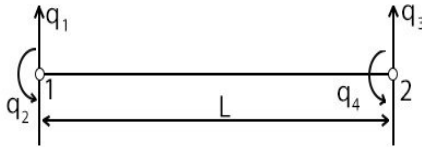
$$\varphi_{i-1}(x) + \varphi_i(x) = 1, \quad 0 \leq \varphi_{i-1}(x), \varphi_i(x) \leq 1, \quad i = 1, \dots, N.$$

Here it is not difficult to find out the barycentric coordinates of the simplex. These natural coordinates were obtained by Möbius (1827). As a result of solving the famous barycentric problem on simplices: 1D (segment), 2D (triangle), 3D (tetrahedron).

The reader has already noticed that the barycentric coordinate («half-cover») is a geometric probability by definition. Inside a concrete simplex  $[x_{i-1}; x_i]$ . Take the current point  $x$ , which divides the simplex into two parts. A random point thrown into this simplex with probability  $\varphi_{i-1}(x)$  falls on

the right side:  $(x; x_i)$ , and  $\varphi_i(x)$  is the probability that a random point falls on the left side:  $(x_{i-1}; x)$ . It is this property of «half-covers» that is used in for the direct construction of Lagrangian polynomials. Below we will show how to use the «half-covers» when constructing Hermitian polynomials.

As an example, consider the third-order Hermitian polynomials, which are used to simulate bending deformations of elastic beams. In one-dimensional problems, a bending element has 2 nodes and 4 degrees of freedom (Figure 2). To obtain a unique solution, 4 interpolation parameters are set:  $q_1$  and  $q_3$  are the vertical displacements of nodes 1 and 2, respectively,  $q_2$  and  $q_4$  are the angles of rotation at nodes 1 and 2 (meaning the rotation of the tangent to the graph of the basic function).



**Fig. 2:** One-dimensional bending FE model

The interpolation polynomial for the deflection function is:

$$w(x) = \alpha_0 + \alpha_1 x + \alpha_2 x^2 + \alpha_3 x^3 \quad (4)$$

with boundary conditions (BC):

$$w(0) = q_1; \frac{dw}{dx}(0) = q_2; w(l) = q_3; \frac{dw}{dx}(l) = q_4 \quad (5)$$

Here we have to construct two pairs of polynomials: one pair simulates the vertical movement of the FE under the influence of  $q_1$  and  $q_3$ , the other pair takes into account the influence of the rotation angles  $q_2$  and  $q_4$  at the ends of the FE. To build a finite function on  $[0; l]$ , which is associated with node 1 and is responsible for the vertical movement of the FE, you should use the appropriate boundary conditions (BC):  $q_1=0; q_2=0; q_3=1; q_4=0$ .

In this case, from (4) a system of 4-linear algebraic equations for determining the coefficients  $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  is obtained. Substitution of the coefficients  $\alpha_i$  in (4) gives the function of the influence of the vertical displacement of node 1 on the vertical displacements of the bent FE:

$$\phi_1(x) = 1 - \frac{3x^2}{l^2} + \frac{2x^3}{l^3}.$$

Similarly, using BC:  $q_1=0; q_2=0; q_3=1; q_4=0$ , we get:

If we compose a system of equations  $4 \times 4$  for the BC:  $q_1=0; q_2=1; q_3=0; q_4=0$  we get:

$$\phi_2(x) = x - \frac{2x^2}{l} + \frac{x^3}{l^2}; \text{ similarly } \phi_4(x) = -\frac{x^2}{l} + \frac{x^3}{l^2}.$$

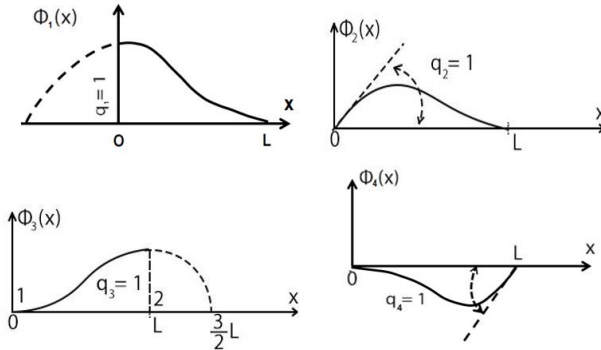
These 4 Hermite polygons form an interpolation polygon FE as a combination:

$$w(x) = \sum_{i=1}^4 q_i \phi_i(x) \quad (6)$$

The polynomials included in (6) have the following interpolation properties:

$$\begin{aligned} \phi_1(0) &= 1; \phi_1'(0) = 0; \phi_1(L) = 0; \phi_1'(L) = 0; \\ \phi_2(0) &= 0; \phi_2'(0) = 1; \phi_2(L) = 0; \phi_2'(L) = 0; \quad (7) \\ \phi_3(0) &= 0; \phi_3'(0) = 0; \phi_3(L) = 1; \phi_3'(L) = 0; \\ \phi_4(0) &= 0; \phi_4'(0) = 0; \phi_4(L) = 0; \phi_4'(L) = 1. \end{aligned}$$

The graphs of the functions  $\phi_i(x)$  are shown at the Figure 3.



**Fig. 3.** Basic functions of Hermitian interpolation

The selection of the basis of piecewise polynomial interpolation requires well-known skills and is the most critical operation of the FEM. Therefore, it is very important to extend to the Hermitian family the experience of probabilistic-geometric modeling of the FE of the Lagrangian family. In the geometric construction of basic polynomials, a cognitive-graphical analysis of the behavior of  $\phi_i(x)$  and  $\phi_i'(x)$  is useful. The source of information is a compact array of numbers in the form of a unit matrix (7). It is interesting to note that the sum of zeros and critical points lying between zeros is equal to the number of interpolation parameters. In this case, each pair of zeros corresponds to a pair of critical points (extremum and inflection). In this case, the critical points are divided into equal parts the distance between the zeros of the functions.

The reader will easily believe that within the canonical intervals the graphs of the corresponding curves practically do not differ. Trigonometric functions and their derivatives duplicate a number of properties of the polynomials  $\phi_1(x)$  and  $\phi_3(x)$ . It is characteristic that all functions are quasi-literal. In this case, the differential criterion of harmony (Laplace) is satis-

fied «on average», and the integral criteria of Koebe and Privalov are satisfied exactly.

The approach to Hermitian interpolation considered here allows generalization to two-dimensional FE in the form of a rectangle (bending plates). To go to the plate, it is enough to consider functions of 2 variables, and replace the ordinary derivatives (angles of rotation) with the corresponding partial derivatives.

УДК 519.3

**Хомченко А. Н.,**

*д-р фіз.-мат. наук, професор кафедри ІС,  
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

### **МЕТОД СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ. ІСТОРИЧНИЙ АСПЕКТ**

Метод скінченних елементів (МСЕ) – це один із сучасних методів розв’язання задач математичної фізики, що спирається на ідею кускової апроксимації неперевних полів. Перші успішні спроби використання дискретних елементів можна знайти в роботах G. Kron (1939 р.), A. Hrennikoff (1941 р.), R. Courant (1943 р.) дав математичне формулювання задачі кручення Сен-Венана, яке містить усі ознаки сучасного МСЕ.

Бурхливий розвиток МСЕ почався після появи ЕОМ. Спочатку серед інженерів панував метод скінченних різниць (МСР). Пізніше Тернер узагальнив ідеї Куранта на довільно орієнтовані трикутники, а процедура триангуляції стала найбільш природним і звичним способом дискретизації області у двовимірних задачах. Після появи унітарного базису білінійної інтерполяції відродився інтерес до прямокутних (квадратних) комірок. Стало зрозуміло, що при дискретизації двовимірної області довільної дискретизації квадратні комірки зручні всередині області, а трикутні – у приграничній смузі. Перша спроба скористатися білійними функціями форми була здійснена Тайгом у 1961 р. Він застосував білінійний базис для деформування прямокутника у довільний чотирикутник. У 1954 р. білінійні апроксимації з цією ж метою успішно застосували Галлагер, Раттингер і Арчер. У 1966 р. Айронс узагальнив цю ідею на інші скінченні елементи. Так з’явилася дуже зручна форма перетворення SE – параметричне перетворення. У 1968 р. Ергатудіс, Айронс і Зенкевич запропонували сім’ю ізопарамет-

ричних СЕ з криволінійними границями. Вигадливим підбором поліномів за допомогою заданих граничних вузлів ці автори несподівано відкрили елементи, що апроксимують достатньо загальні границі. Зенкевич запропонував назву «serendipity» family і цей термін відразу став звичним у науково-технічній літературі. Наведені у літературних джерелах базисні функції серендипових СЕ називають стандартними. В теорії наближення функцій багатьох змінних СЕ серендипової сім'ї відіграють дуже важливу роль. Ці СЕ можна побудувати на основі лагранжевих СЕ, якщо вилучити внутрішні вузли інтерполяції. Ця процедура називається конденсацією. Сьогодні вже існують декілька способів конденсації. Крім того, нещодавно з'явився когнітивно-графічний метод побудови ієрархічних базисів серендипових СЕ.

**Секція  
ТЕХНІЧНІ НАУКИ**

**Підсекція: МОДЕЛІ, МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ  
ПРОГРАМНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

УДК 519.816

**Антіпова К. О.,**  
*викладач кафедри інженерії програмного забезпечення,  
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

**АНАЛІЗ ЦІННОСТІ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ  
НЕВИЗНАЧЕНОСТІ В ПРОЦЕСІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ**

Незважаючи на те, що все частіше публікуються роботи, присвячені аналізу цінності інформації ( $I_{ци}$ ), його застосування в процесі прийняття реальних рішень залишається обмеженим. Це частково пов'язано з тим, що аналіз цінності інформації є складним у виконанні, важким для інтерпретації, вимагає значних обчислювальних витрат і не відображає ключові невизначеності, а також частково через відсутність достатньо широкого впровадження методів та можливостей проведення такого типу аналізу.

Рішення, прийняті на основі неповної інформації, фактично є невизначеними. Відповідно існує ймовірність того, що рішення є неправильним, і це може призвести до витрат, пов'язаних з цим рішенням. Байєсівська теорія вказує, що оптимальним вибором для особи, що приймає рішення (ОПР), є варіант з максимальним очікуваним вирашем незалежно від невизначеності. Однак розрахунок ступеня невизначеності потрібен для з'ясування необхідності збору додаткової інформації для формування більш оптимального рішення у майбутньому. Це також включає в себе оцінку ступеня невизначеності не тільки з точки зору ймовірності помилки, але й наслідків, пов'язаних з помилкою. Таким чином отримується кількісна оцінка очікуваних витрат внаслідок невизначеності. Аналіз  $I_{ци}$  визначає цінність проведення дослідження відповідно до того, наскільки воно може зменшити очікувані витрати внаслідок невизначеності даних за рахунок зменшення невизначеності експертних свідцтв. Отже, в процесі аналізу порівнюється очікувана вартість рішення, прийнятого з додатковою



інформацією та без неї. У випадках, коли витрати виражаються в грошовому еквіваленті, аналіз  $I_{ці}$  дає змогу отримати кількісний показник очікуваної цінності нової інформації, яку можна безпосередньо порівняти з очікуваною вартістю проведення пошуку інформації, щоб визначити, чи варто його здійснювати.

Першим кроком аналізу  $I_{ці}$  є побудова аналітичної моделі задачі. Цей процес вимагає чіткої постановки проблеми, цілей моделювання та обсягу задачі. Наступний крок включає оцінку невизначеності поточної групи експертних свідoctв. Це передбачає розподіл ймовірностей для параметрів моделі з урахуванням будь-яких кореляцій між параметрами. Повна оцінка невизначеності в існуючій групі експертних свідoctв потребує оцінки невизначеності всіх параметрів моделі одночасно, що досягається за допомогою ймовірнісного аналізу.

Крім оцінки невизначеності рішення, результати ймовірнісного аналізу можуть бути використані для розрахунку очікуваної вартості невизначеності існуючих свідoctв. Враховуючи, що в ідеальна інформація дозволить усунути всю невизначеність, цей показник можна також інтерпретувати як очікувану цінність ідеальної інформації (ОЦІ). Якщо ОЦІ перевищує очікувану вартість дослідження для її пошуку, це забезпечує необхідну, але не достатню умову для припущення, що дослідження потенційно варто проводити.

На наступному кроці визначається, які конкретні аспекти проблеми прийняття рішення потребують нової інформації для зниження невизначеності. Для цього розраховується очікувана цінність часткової ідеальної інформації (ОЦЧІ), яка кількісно визначає цінність ідеальної інформації для конкретного параметру (групи параметрів) і яка порівнюється з очікуваними витратами на дослідження. ОЦЧІ слід розраховувати для групи, а не для кожного окремого параметру в групі, оскільки цей показник, як правило, не є адитивним. ОЦЧІ визначається як різниця між очікуваною цінністю рішення, прийнятого з ідеальною інформацією для цих параметрів, та очікуваною цінністю рішення для існуючої групи свідoctв. Як і ОЦІ, ОЦЧІ задає очікувану верхню межу цінності додаткових досліджень для конкретних параметрів (або груп параметрів).

Отже, результати аналізу  $I_{ці}$  можна використовувати для підвищення якості процесу прийняття рішень в умовах невизначеності: додатні значення ОЦІ та ОЦЧІ є необхідною, але не достатньою умовою для прийняття рішення про те, що подальші дослідження є потенційно цінними.

**Боровльова С. Ю.,**  
*старший викладач кафедри інженерії програмного забезпечення,*  
**Расвський О. О.,**  
*студент факультету комп'ютерних наук,*  
*ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

## **SWIFTUI ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ФРЕЙМВОРК СТВОРЕННЯ ІНТЕРФЕЙСІВ ДЛЯ IOS-ЗАСТОСУНКІВ**

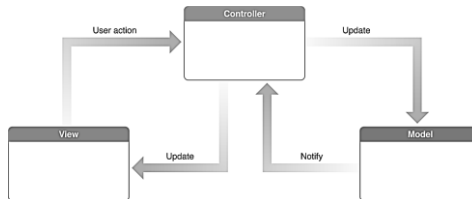
Влітку 2019 року на щорічній конференції WWDC розробники компанії Apple представили світу новий та потужний фреймворк – SwiftUI. Презентація одразу вразила світ iOS-розробників: новий синтаксис, декларативний стиль, автоматична підтримка динамічних шрифтів, темної та світлої теми, механізм перегляду інтерфейсу без запуску симулятора, можливість роботи на всіх платформах (iOS, iPadOS, macOS, tvOS, WatchOS). Але головне – зміна принципів створення інтерфейсів.



**Рис. 5.** swiftUI

Повернемося в минуле. Ще з часів першої WWDC конференції найпопулярнішим шаблоном проектування архітектури iOS-застосунків був MVC-підхід. Тобто існує три шари:

- М – Модель (model) – класи зберігання даних та класи логіки
- V – Представлення (view) – візуальне представлення
- С – Контролер (controller) – координує і виступає посередником між моделлю та представленням. Реагує на дії користувача, оновлює модель, реагує на зміни в моделі, оновлює представлення.



**Рис. 6.** MVC data flow

MVC-підхід тягнув за собою дві головні проблеми:

– Контролери зазвичай погано масштабуються, перевантажуються великою кількістю обов’язків, «розростаються» у розмірах і перетворюються у «Massive-View-Controllers»

– Синхронізація даних. Контролер завжди має тримати актуальні дані моделі, відображати актуальні дані, реагувати на дії користувача, змінювати модель у відповідь на дії та оновлювати представлення. Це обтяжувало розробника, адже необхідний посилений контроль: «де змінюється модель – змінювати представлення, де змінюється представлення – змінювати модель». Це досить легко забувається, що призводить до складних багів розсинхронізації моделі та представлення. Таким чином, «посередництво» контролера призводить до неконтрольованої поведінки застосунку.

Якщо рішення першої проблеми полягає у рефакторингу і декомпозиції обов’язків контролерів в окремі класи, то друга проблема – проблема синхронізації моделі і представлення – більш складна. Однак саме ця перешкода дала поштовх розвитку реактивного програмування в iOS застосунках. Були створені потужні фреймворки RxSwift та RxSocoa, які завдяки MVVM архітектурі напряду зв’язують модель і представлення. Проте починаючи із iOS13 ситуація змінюється кардинальним чином.

Старий UIKit фреймворк гідно справлявся і справляється із своєю роллю. Однак проектувався він і підтримувався ідеями MVC-підходу.

SwiftUI змінив архітектурний підхід викресливши контролер із схеми: MVC. Тепер схема має два шари:

– State – по суті – та ж сама модель. Якщо відбуваються зміни в моделі – представлення автоматично і моментально перебудовується. Таким чином представлення завжди відображає актуальні дані моделі. Тобто розсинхронізація між моделлю і представленням неможлива.

– View – візуальне представлення.

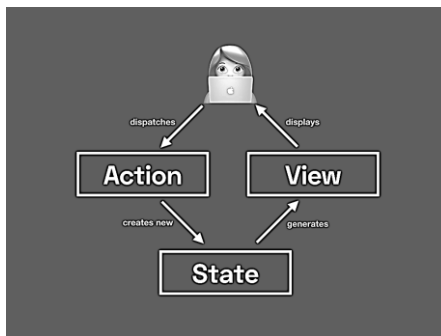


Рис. 7. data flow swiftUI

Тобто Apple створили свого роду реактивну обгортку навколо представлення. До речі, Apple також випустили реактивний фреймворк Combine. Комбінація SwiftUI+Combine змусила творця RxSwift офіційно заявити, що час його фреймворку вийшов.

SwiftUI має інноваційний декларативний синтаксис: для того, щоб розмістити елемент, його потрібно лише описати, додавши модифікатори. Крім того SwiftUI має потужний алгоритм розміщення елементів інтерфейсу (layout).

Члени класу, що помічені модифікатором @State, є тригерами для перебудови інтерфейсу. Тобто SwiftUI «слухає» ці змінні, і реагує на зміни цих полей, запускаючи механізм перебудови інтерфейсу із новими, актуальними, значеннями цих членів класу. Треба відмітити, що постійна перебудова інтерфейсу може негативно сказатися на ефективності виконання застосунку, однак SwiftUI попідкувався про вирішення цієї проблеми: фреймворк перетворює всю ієрархію візуальних елементів у деревовидну структуру. Якщо відбувається зміна стану, новий стан так само перетворюється у дерево. Після цього SwiftUI порівнює листя старого і нових дерев. У разі розбіжності значень листя – відбувається візуальна перебудова для елементів, в яких помічена розбіжність. Тобто перебудовуються лише ті UI-елементи, які дійсно потребують оновлення. Таким чином спостерігається неабиякий виграш у продуктивності.

SwiftUI гучно увійшов у світ iOS-розробки. Однак для того, щоб його засвоїти, необхідно змінити мислення з класичного MVC. Зараз SwiftUI – цікавий інструмент, доступний з iOS13. У нещодавно випущеній iOS14 розробники Apple додали ряд ефективних рішень, що полегшують роботу із SwiftUI. Це є яскравим показником того, що SwiftUI продовжує і буде продовжувати розвиватись. У iOS-розробників все меншу часу на те, щоб привчити себе до нової архітектури, схожої на принципи побудови веб-застосунків з використанням Angular/React. Крім того, SwiftUI – досить молодий фреймворк, а це означає, що він не може бути досконалим. Але вже зрозуміло, що Apple буде продовжувати розвиток фреймворку, вдосконалювати його, і наголошувати на переході із класичного UIKit на SwiftUI. Отже майбутнє за цим фреймворком, та iOS-розробникам вже потрібно пристосовуватися до змін, оскільки це десятиріччя буде належати саме цій парадигмі побудови інтерфейсів.

**Волобосв М. С.,**  
*студент факультету комп'ютерних наук,*  
**Горбань Г. В.,**  
*канд. техн. наук, доцент (б.в.з.) кафедри*  
*інженерії програмного забезпечення,*  
*ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

## **ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВІДСТЕЖЕННЯ УСПІХУ ТРЕНУВАННЯ СПОРТСМЕНІВ**

Значення фізичної культури і спорту для здоров'я, розвитку і загального стану людини важко перебільшити. З малих років батьки, педагоги, засоби масової інформації – радіо і телебачення – вселяють дитині унікальну корисність фізичної активності і спонукають дітей активно займатися спортом. У цьому віці заняття спортом проходять, як правило, під наглядом досвідчених тренерів і фахівців, що стежать за правильним і гармонійним розвитком організму, що росте. У шкільному віці цю роль в основному виконують вчителі фізичної культури в школі.

Кафедрі теорії та методики фізичного виховання ЧНУ ім. Петра Могили потрібно було створити систему, яка допоможе збирати та систематизувати дані з тренувань спортсменів для подальшого аналізу.

Користувачами системи є тренери та спортсмени. Тренери мають можливість створити тип завдань (біг на час, підймання ваги, тощо) заносити до бази результати тестів і редагувати вже наявні результати. Кожен тренер має доступ тільки до зареєстрованим до нього спортсменів. Викладач має можливість перегляду загальної та індивідуальної статистики з проходження тестів, порівнювати їх між декількома спортсменами.

Кожен тест має назву, дату коли він був складений та результат, за бажанням може містити опис. Тип результату (час, відстань, кількість разів, тощо) визначається тренером на етапі створення завдання, яке можливо буде змінити.

Спортсмени можуть заносити результати тестів попередньо зареєструвавшись та обравши тренера.

Результат тестування фіксується в системі. Спортсмени мають право редагувати свій профіль, переглядати тести, але не мають права додавати або змінювати їх. Також спортсмени не повинні мати доступ до загальної статистики.

Система повинна забезпечувати багатокористувацький режим роботи. Інтерфейс повинен бути Windows-сумісним та сумісним зі смарт-

фонами. Система повинна бути в працездатному стані 18 годин на добу 7 днів на тиждень.

Нижче представлено діаграму варіантів використання системи.

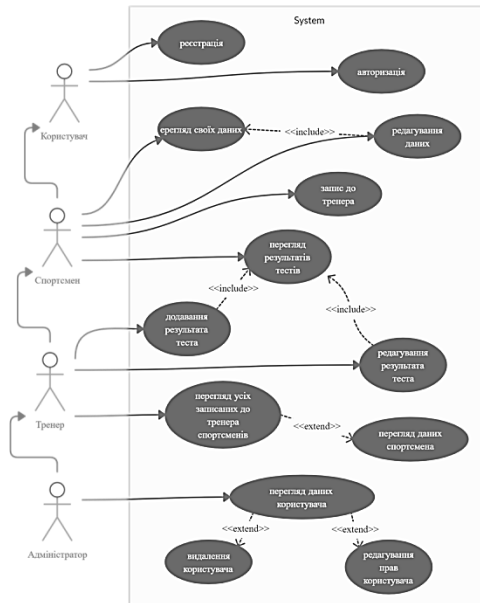


Рис. 1. Діаграма варіантів використання

Система представляє собою веб-застосунок. При переході на головну сторінку користувачеві пропонується авторизуватися або зареєструватися, у цьому разі заповнюється форма та надсилається до адміністратора, який призначає відповідну роль.

В залежності від ролі: спортсмен, тренер/викладач або адміністратор, користувачемі буде наданий доступ до різних інструментів.

Так, спортсмен може лише переглянути свою сторінку та відкоригувати її за бажанням, переглянути результати своїх тестів, обрати тренера. Переглянути інших спортсменів він не може, надати або відкоригувати тести що у нього зареєстровані він також не може.

Тренер може переглянути усіх спортсменів, що записались до нього, переглянути тести, порівняти з іншими спортсменами, додати або змінити тест, але не може його видалити.

Адміністратор має усю повноту прав: є права тренера, за відмінності що він бачить усіх спортсменів та тренерів, до нього не можливо записатись і він має право видалити тест.

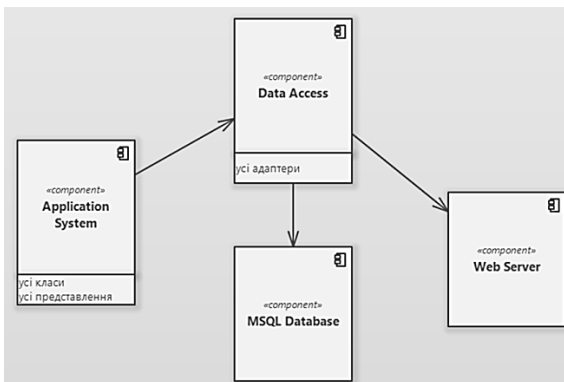
Для можливості пошуку спортсмена та подальшої роботи з ним необхідно авторизуватись тренером або адміністратором.

Після авторизації до БД буде надісланий запит на перелік секція, вчителів до яких вони входять, спортсменів, які записалися до тренера, або усіх, якщо відбувся вхід під адміністратором.

Далі спортсмена можна обрати зі списку або скористуватися фільтром. Фільтр має такі налаштування:

- 1) пошук за секцією;
- 2) пошук за викладачем.

Програмне забезпечення складається з 4 компонентів, що представлені на відповідній діаграмі нижче.



**Рис. 2.** Діаграма компонентів

Нічого не заважає розмістити усі файли в одному – двох пакетах або директоріях, але це негативно позначиться на якості супроводу системи та при наявності різних прав доступу до коду може порушити конфіденційність.

Також, зараз робота майже усіх фреймворків організована пакетно, модульно, і при необхідності необхідно під'єднати лише його.

У результаті було розроблено рішення для виконання задачі аналізу спортивних результатів. Обґрунтовано необхідність розробки сайту на відмінну від розробки застосунку на актуальні платформи. Проаналізовано принципи реалізації сайту та розроблено функціональну структуру веб-сайту.

Використовуючи ASP.NET і MSQl Server, розроблено модуль аналізу результатів тестів спортсменів, сторінок інформації про викладачів та спортсменів.

**Кірей К. О.,**  
*канд. пед. наук,*  
*доцент кафедри інженерії програмного забезпечення,*  
*ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

## **ВІРТУАЛІЗАЦІЯ ВЕЛИКИХ ДАНИХ**

Нині в ІТ-системах широкого використання набули технології віртуалізації. Віртуалізація (англ. Virtualization) – це створення віртуального, тобто штучного, об'єкта чи середовища. Віртуалізація великих даних – це процес, який фокусується на створенні віртуальних структур для систем великих даних. Віртуалізація відокремлює ресурси й сервіси від фізичного рівня системи. Це дає змогу створювати безліч віртуальних систем у рамках однієї фізичної системи. Одна з головних цілей впровадження віртуалізації – підвищення продуктивності й ефективності обробки різних робочих навантажень.

У доповіді розглянуто особливості використання віртуалізації елементів інфраструктури комп'ютерної системи для роботи з великими даними.

Великі дані характеризуються насамперед значним обсягом, різноманіттям і неструктурованістю та швидкістю оброблення даних. Їхнє використання тісно пов'язано з керуванням великою кількістю розподілених сховищ даних. Отже, для обробки великих даних потрібно високоєфективне ІТ-середовище. Віртуалізація зі свого боку – це один зі способів підвищення ефективності середовища. Проте, віртуалізація не є обов'язковою вимогою для здійснення аналізу великих даних. Однак програмні платформи середовища великих даних, наприклад, такі як MapReduce, найбільш ефективні саме у віртуалізованому середовищі.

Віртуалізація має три характеристики, що забезпечують необхідну для середовища великих даних масштабованість і експлуатаційну ефективність. Це секціонування, ізоляція та інкапсуляція. Секціонування полягає в тому, що безліч застосунків і операційних систем підтримується в рамках єдиної фізичної системи через секціонування (поділу) доступних ресурсів. Водночас кожна віртуальна обчислювальна машина ізолювана від своєї основної фізичної системи й інших віртуальних машин. Завдяки цьому, якщо один віртуальний екземпляр виходить із ладу, помилка не впливає на інші віртуальні машини й основну систему. Інкапсуляція зі свого боку забезпечує роботу кожного застосунка так, щоби він не перешкоджав роботі інших застосунків. Це реалізується завдяки тому, що віртуальна машина може бути представлена у вигляді одного файлу, який можна легко ідентифікувати, ґрунтуючись на типі сервісів. Таку інкапсульовану віртуальну машину можна завантажити в застосунок у якості повноцінної структурної одиниці.



Далі в доповіді розглядаються переваги віртуалізації кожного елемента ІТ-середовища – серверів, сховищ даних, застосунків, даних, мереж, процесорів, пам'яті та сервісів.

Віртуалізація серверів. У разі віртуалізації серверів один фізичний сервер розділяється на кілька віртуальних. Апаратне забезпечення й ресурси системи можна віртуалізувати (розділити логічно) на ряд віртуальних машин, на кожній із яких запускається своя операційна система і виконуються власні застосунки. У разі аналізу великих даних не завжди можна визначити до початку, який обсяг структурованих і неструктурованих даних буде використовуватися, отже, легке масштабування платформи є вельми актуальним. Віртуалізація серверів зі свого боку надає такі можливості. Крім того, віртуалізація серверів забезпечує основу для використання різних хмарних сервісів у якості джерел даних під час аналізу великих даних.

Віртуалізація застосунків. Застосунки інкапсуються так, щоби стати незалежними від основної фізичної комп'ютерної системи. Великі обсяги або швидкості генерації виконання застосунків великих даних вимагають значної кількості ІТ-ресурсів. Тут необхідно забезпечити достатній рівень передбачуваності і відтворюваності середовища великих даних. Віртуалізація інфраструктури застосунків гарантує, що кожний розгортуваний застосунок для аналізу великих даних отримує доступ до необхідної обчислювальної потужності на основі наданого йому пріоритету. Крім того, віртуалізація інфраструктури застосунків спрощує їхній запуск на різних комп'ютерах, даючи змогу одночасного виконання несумісних або не підтримуваних на одній і тій же фізичній машині застосунків.

Треба зазначити, що платформи великих даних для підтримання високорозподілених і інформаційноємних застосунків, будуть працювати краще і швидше саме у віртуальному середовищі. Проте, це не означає, що необхідно віртуалізувати всі ПЗ, пов'язані з великими даними. Так, наприклад, застосунок для текстової аналітики ефективніше виконується в незалежному середовищі і віртуалізація ніяк не підвищить його продуктивність.

Віртуалізація мереж (програмно-конфігурована мережева взаємодія) дає змогу ефективно використовувати мережі в якості пулу ресурсів з'єднання. Віртуалізація мереж здійснюється таким же чином, як і віртуалізація інших фізичних ресурсів. Для управління потоками даних створюється безліч віртуальних мереж, які виконують функції фізичної мережі. Це корисно в тому випадку, коли необхідно використовувати дві мережі з різними показниками продуктивності й потужності, наприклад, одну оптимізовано для збору даних, а іншу – для запуску застосунків. Крім того, віртуалізація дає змогу впоратися з вузькими місцями, що виникають через обмеження мережевого рівня, і поліпшити управління великою кількістю необхідних для аналізу розподілених даних.

Віртуалізація процесора й пам'яті. Віртуалізація процесора оптимізує використання процесора і збільшує його продуктивність. Віртуалізація пам'яті відокремлює пам'ять від серверів. Під час аналізу великих даних для пошуку нових закономірностей і тенденцій можуть знадобитися повторювані запити до великих масивів даних і алгоритми поглибленої аналітики. Усе це потребує значного обсягу обчислювальної потужності процесора й оперативної пам'яті, інакше певні обчислення можуть займати дуже багато часу.

Віртуалізація даних і накопичувачів інформації. З допомогою віртуалізації даних можна створити платформу динамічно пов'язаних служб даних, яка полегшує пошук даних і їхнє зв'язування між собою, оскільки вони використовуються як єдине джерело. Отже, віртуалізація даних з допомогою абстрактного сервісу дає змогу представити дані в сумісних форматах незалежно від фізичної бази даних. Крім того, віртуалізація даних надає всім застосункам кешовані дані, що також підвищує продуктивність.

Віртуалізація системи зберігання даних об'єднує фізичні ресурси для більш ефективного спільного використання, що знижує вартість зберігання і спрощує управління сховищами, необхідними для аналізу великих даних.

Отже, завдяки віртуалізації IT-середовище може здійснювати аналіз великих даних набагато ефективніше. Проте, на практиці організації здебільшого не намагається одночасно віртуалізувати всі елементи власної інфраструктури. Багато хто починає з віртуалізації серверів і на цьому зупиняється. Правильніше було б поступово віртуалізувати й інші елементи інфраструктури, щоби підвищити продуктивність і ефективність усієї системи загалом.

УДК 378.1

**Гончарова Н. В.,**  
*магістр,*

**Коваленко І. І.,**  
*д-р техн. наук, професор,*  
*ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

### **ДЕЯКІ ЗАДАЧІ ТА МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ Й УПРАВЛІННЯ ФОРМУВАННЯМ КОНТИНГЕНТУ СТУДЕНТІВ У ЗВО**

Проблема прогнозування і планування контингенту студентів при прийомі до ЗВО і подальшому оцінюванні динаміки його руху при переведенні на наступні курси, прогнозування ступеня збереження і

втрати контингенту стала предметом вивчення з наукової точки зору з 2000-х років з моменту приєднання України до Болонського процесу. При цьому враховується цілий ряд факторів, серед яких можна виділити такі: демографічний стан країни, потреби ринку праці, попит на освітні послуги ЗВО, чому віддають перевагу абітурієнти при виборі спеціальності, витрати ЗВО при зміні структури контингенту студентів і багато інших.

В цілому контингент студентів можна визначити як: контингент студентів першого курсу, який формується після проведення вступної кампанії; існуючий контингент, який представлений студентами з другого по шостий курси та загальний контингент, який складається зі студентів з першого по шостий курси.

У числі задач формування контингенту студентів можна виділити дві основні: планування і прогнозування числа абітурієнтів, які вступають на перший курс, і оцінювання динаміки руху контингенту студентів з допомогою прогнозування ступеня збереженості і втрат. Перша задача вирішується на основі формування множини факторів, до числа яких можна віднести практичність професії, оплата праці, працевлаштування, кількість бюджетних місць, рейтинг ЗВО та інше. Аналіз перерахованих факторів з ціллю отримання прогнозних оцінок може бути проведеним з використанням методів багатокритеріального аналізу (метод аналізу ієрархій, метод аналітичних мереж, метод нечіткої логіки, нечіткі множини й відношення, нейронні мережі й ін.) з використанням експертного оцінювання і подальшою обробкою групових експертних оцінок.

В основі вирішення другої задачі лежить процедура формування факторів, які змінюються випадково і впливають на стан контингенту студентів: кількість студентів, яких перевели на наступний курс; кількість студентів, яких відрахували з певного курсу; кількість студентів, які пішли в академічну відпустку; кількість студентів, переведених з інших ЗВО; кількість студентів, відновлених після відрахування й ін. Для аналізу перерахованих факторів можуть бути використані методи ймовірнісного виводу (дерева ймовірностей, дерева рішень, Байєсова стратегія та ін.) і математичної статистики (часові ряди, регресивний і кореляційний аналізи, факторний аналіз та ін.).

Всі перераховані методи носять кількісний характер і можуть бути застосовані до набору певного статистичного матеріалу. Разом з тим, на попередній стадії вирішення даної задачі можуть бути сформовані фактори кількісного характеру, які відображають ставлення студентів до учбового процесу: робота на лекціях і написання конспектів, захист

лабораторних робіт і курсових проєктів, відвідування занять усіх форм (лекції і практики) та ін. Оцінити кількість перерахованих факторів важко, тому для їх аналізу може бути використана нечітка математика, в якій допускаються оцінки типу: «задовільно». «погано». «добре» і т. п.

Таким чином у роботі систематизовані основні задачі, фактори і методи прогнозування і планування контингенту студентів (рис. 1), що створює основу для формування інструментальних засобів, які можуть функціонувати в структурі системи підтримки прийняття рішень (СППР) в управлінні контингентом студентів ЗВО.



**Рис. 1.** Структура задач, факторів і методів прогнозування і планування контингенту студентів ЗВО

УДК 004.021

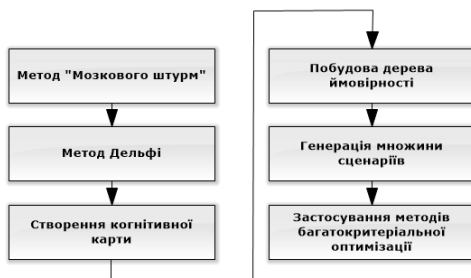
**Фісун М. Т.,**  
*д-р техн. наук,*  
*професор кафедри інженерії програмного забезпечення,*  
**Фаленкова М. В.,**  
*викладач кафедри інженерії програмного забезпечення,*  
*ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

## **ЗНАХОДЖЕННЯ ДИСТАНЦІ ДАМЕРАУ-ЛЕВЕНШТЕЙНА ПРИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПЕРЕДБАЧЕННЯ**

Прийняття ефективних управлінських рішень в умовах сучасного світу потребує застосування методів прогнозування або передбачення. Методи прогнозування базуються на ретроспективному аналізі даних,

що обмежує можливість застосування цих методів лише аналізом подій, що відбувались. Методи передбачення направлені на визначення якісно нових подій.

Застосування методів передбачення вимагає використання експертних оцінок. Основу методу передбачення складає набір методів, що мають бути застосовані послідовно. Наприклад, для передбачення вступної кампанії закладу вищої освіти (ЗВО) необхідно застосувати набір методів, продемонстрований на рис. 1.



**Рис. 1.** Схематичне відображення процесу передбачення вступної кампанії ЗВО

Висновки експертів складають основу перших кроків процесу передбачення. Експертами у випадку передбачення вступної кампанії ЗВО виступають викладачі. Визначення якісно нових подій вимагає реалізації методу мозкового штурму. Суть цього методу полягає в записі ідей експертів стосовно ймовірних подій та можливих їх характеристик. Цей етап можливо реалізувати за допомогою веб інтерфейсу, в якому кожен експерт матиме можливість висловити свою ідею, що буде записана у відповідну базу даних.

При введенні ідей експерти можуть допускати помилки або висловлювати схожі ідеї повторно. Уникнення цієї ситуації вимагає застосування метрики, що відображає, на скільки відрізняються вхідна ідея від вже збережених. Ідеї, висловлені експертами, представляються у вигляді рядків. Для визначення ступеню розбіжності рядків можна застосувати відстань Левенштейна.

Відстань Левенштейна представляє собою метрику, що відображає відстань по модулю між двома послідовностями символів. Визначення відстані відбувається шляхом підрахунку операцій, що необхідно виконати для перетворення першого рядку у другий. До операцій цього методу відносять наступні: delete – видалення символу, insert – додавання символу, replace – заміна символу.

Аналіз текстів природною мовою вимагає застосування методу відстані Дамерау-Левенштейна, що включає в себе на одну операцію більше ніж відстань Левенштейна. Додаткова операція отримала назву транспозиції (перестановка символів).

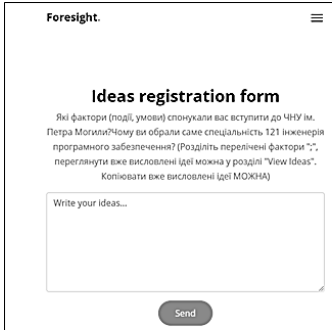
Реалізувати цю операцію можливо на будь якій мові загального призначення. Наприклад, на мові Python код матиме наступний вигляд:

```
def damerau_levenshtein_distance(Line1, Line2):
    d = {}
    lenstr1 = len(Line 1)
    lenstr2 = len(Line 2)
    for i in range(-1,lenstr1+1):
        d[(i,-1)] = i+1
    for j in range(-1,lenstr2+1):
        d[(-1,j)] = j+1
    for i in range(lenstr1):
        for j in range(lenstr2):
            if Line1[i] == Line2[j]:
                cost = 0
            else:
                cost = 1
            d[(i,j)] = min( d[(i-1,j)] + 1, d[(i,j-1)] + 1, d[(i-1,j-1)] + cost)
            if i and j and Line1[i]== Line2[j-1] and Line1[i-1] == Line2[j]:
                d[(i,j)] = min (d[(i,j)], d[i-2,j-2] + cost)
    return d[lenstr1-1,lenstr2-1]
```

Мова програмування Python підтримує відразу декілька веб фреймворків. Найвідомішим серед яких є Django. Реалізація можливості проведення мозкового штурму експертами вимагає наявності двох веб форм: форми для запису ідеї та форми для перегляду вже записаних ідей (рис. 2).

Найбільш розповсюджений спосіб застосування дистанції Дамерау-Левенштейна є аналіз правопису. Це аналіз можна здійснити з умови наявності словнику, у якому є базовий набір слів. Таким чином, застосування відстані Дамерау-Левенштейна дозволяє уникнути повторного запису вже висловлених ідей, що здійснюється шляхом порівняння введеної експертом ідеї з вже записаними.

За схожим принципом можливо організувати запис характеристик ймовірних подій, що в свою чергу дасть змогу сформувати когнітивну карту вступної кампанії. Когнітивні карти являють собою модель предметної області та можуть бути застосовані для різних цілей, наприклад, для генерації дерева ймовірностей, що, в свою чергу, є одними з основних засобів генерації сценаріїв подій.



а)



б)

**Рис. 2.** а) Інтерфейс для запису ідей експертів стосовно ймовірних подій; б) інтерфейс для перегляду вже висловлених ідей

**Підсекція: АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА  
КОМП'ЮТЕРНО-ІНЖЕНЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ**

УДК 621.746.04

**Клименко Л. П.,**  
*д-р техн. наук, професор,*  
**Прищепов О. Ф.,**  
*канд. техн. наук, доцент,*  
**Щесюк О. В.**  
*канд. техн. наук, доцент,*  
*ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

**АВТОМАТИЗАЦІЯ КЕРУВАННЯ  
ПРОЦЕСОМ ЛИТТЯ ВАКУУМНИМ ВСМОКТУВАННЯМ**

Лиття вакуумним всмоктуванням (ЛВВ) відноситься до сучасних та прогресивних методів лиття, яке дозволяє підвищити якість відливок та зменшити витрати металу.

Традиційно для створення розрядження в формі використовуються ресивери попереднього розрядження, які дозволяють отримати закон зростання розрядження і вигляді експоненті, що не може забезпечити нормальні умови для всього технологічного процесу лиття. Крім того, таке устаткування має великі габарити та масу, а також неможливість автоматизувати керування процесом лиття.

Автори при використанні лиття вакуумним всмоктуванням чавунних відливок розробили пневмосистему для отримання розрядження в формі у вигляді ежектора, який працює від цехової системи стисненого повітря (робочим) та встановлюється безпосередньо на камері устаткування. Розрядження, яке він створює, змінюється витратами робочого повітря за допомогою електричного пневмовентиля, керування якого здійснюється імпульсами від комп'ютера, процесора та т. п.

Така пневмосистема дозволяє отримати будь який закон змінення розрядження у ливарної форми та швидкість її заповнення, що дуже сильно впливає на якість виробів. Ця технологічна операція здійснюється без втручання людини у процес керування заливкою ливарної форми.

Підвищується продуктивність процесу, тому що не витрачається час на відкачку повітря в ресивері пневмосистеми. Габарити устаткування мінімальні. Крім того ежектор забезпечує постійну відкачку газів, які утворюються у формі, що зменшує наявність пор у відливках.



Автори використовували таке устаткування при отриманні заготовок втулок клапанів та поршневих кілець дизелів, але для автоматичного керування інжектором використовувались елементарні пристрої.

Зараз автори працюють над створенням сучасних комп'ютерно-інтегрованих систем керування процесами заповнення ливарних форм методом вакуумного всмоктування.

УДК 621.74(075.8)

**Клименко Л. П.,**  
*д-р техн. наук, професор,*  
**Дихта Л. М.,**  
*д-р техн. наук, професор,*  
**Андрєєв В. І.,**  
*канд. техн. наук, доцент,*  
**Прищепов О. Ф.,**  
*канд. техн. наук, доцент,*  
*ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

## **ПРО АВТОМАТИЗАЦІЮ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ЦИЛІНДРИЧНИХ ОБОЛОНОК МЕТОДОМ ВІДЦЕНТРОВОГО ЛИТТЯ В МЕТАЛЕВИЙ КОКІЛЬ**

Як відомо, виготовлення циліндричних оболонок методом відцентрового лиття у металевий кокіль на установці ротативного типу належить до числа найбільш автоматизованих у ливарному виробництві. Цьому факту значною мірою сприяють наступні обставини, які полягають у тому, що

– ливарні вироби у формі циліндричних оболонок належать до великосерійного та масового виробництва;

– майже усі операції лиття, як основні (розкриття кокілю, заливка розплаву, замикання кокілю, вибивка виливка), так і допоміжні (попередній підігрів поверхні кокілю, обдування робочої поверхні кокілю стисненим повітрям, нанесення ізоляційної фарби тощо), виконуються у автоматичному режимі;

– широко використовуються спеціалізовані кокільні машини карусельного типу, які, як правило, мають 6, 8, 12, 16 позицій і вирізняються високою продуктивністю, завдяки поєднанню основних операцій;

– високий рівень автоматизації забезпечується застосуванням пристрою на основі ЕОМ, який керує усіма стадіями технологічного процесу, практично виключаючи людський фактор.

Слід відзначити, що заливка кокілю, є однією з найбільш складних і відповідальних операцій при автоматизації технологічного процесу:

кокінь і заливальний пристрій повинні строго фіксуватися в просторі один відносно одного. Це пояснюється тим, що витрата рідкого металу із заливального пристрою може змінюватися за складним законом і для нормальної (без недоливів і переливів та сплесків) заливки форми заливальний пристрій має забезпечувати точне дотримання закону вказаної зміни витрати металу і мати похибку дозування (відхилення маси розплаву від заданої) не більше як 2–3 %. Крім того, втрати теплоти при рухові розплаву з роздавальної ємності в кокінь повинні бути мінімальними, а температура розплаву має знаходитися в межах, заданих технологією заливки.

Комплексне застосування автоматизації при виготовленні виливків циліндричних оболонок не тільки сприяє підвищенню ефективності їх ливарного виробництва, але і є запорукою зменшення втрат металу, підвищення точності виготовлення виливків і зменшення браку через порушення технологічних режимів лиття.

Щоправда, автоматичне управління технологічним процесом передбачає наявність об'єктивної інформації про перебіг усіх стадій технологічного циклу виготовлення циліндричної оболонки від моменту заливки рідкого розплаву у кокінь і до моменту вибивки із кокілю охолодженого до заданої температури готового виробу. Подібного роду інформація як відомо на тепер може бути отримана лише теоретичним шляхом через 1) відносну швидкоплинність технологічного процесу; 2) високі температурні показники металу (від температури перегрітого розплаву, наприклад чавуну, порядку  $1620^{\circ}$  і до температури готового виробу порядку  $950^{\circ}$  за Кельвіном в момент його вибивки із кокілю); 3) великі кутові швидкості обертання кокілю від заливки рідкого розплаву у кокінь з тим, щоб забезпечити циліндричну форму оболонці шляхом перевищення відцентрових сил над гравітаційними силами.

З відзначеного випливає, що автоматизація технологічного процесу виготовлення циліндричних оболонок методом відцентрового лиття у металевий кокінь на ротаційній установці має передбачати існування не тільки керуючого пристрою, який здійснює на ЕОМ розрахунки усіх параметрів виробничого циклу, але ще і наявність двох математичних моделей: 1) моделі системи «виплинок – кокінь – машина» для надійного моделювання усіх маніпуляторних операцій (основних і допоміжних), які мають бути виконані з належною точністю у відповідний момент; 2) моделі теплофізичної системи «кокінь – виплинок – навколишнє середовище», виробничі параметри якої визначаються на основі розв'язку низки задач математичної фізики (задача Коші, задача Стефана про зміну агрегатного стану розплаву, задача про самоопромінення внутрішньої поверхні виливка).

**Куза Р. С.,**  
*студент,*  
**Запальский В. М.,**  
*канд. техн. наук,*  
*ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

## **СИМУЛЯЦІЯ ДІАГНОСТИКИ БОРТОВОЇ МЕРЕЖІ АВТОМОБІЛЯ АДАПТЕРОМ ELM 327 ЗА ДОПОМОГОЮ ARDUINO**

Електричне обладнання автомобілів з кожним роком стає все складніше і досконаліше. Перші автомобілі працювали без генераторів і акумуляторних батарей, джерелом енергії в таких автомобілях було магнето, а фари і ліхтарі були гасовими. У 1970-х роках автомобілі по електричній оснащеності вставали в один ряд з легкомоторними літаками і військовою технікою. До початку 90-х споживачів електроенергії в автомобілі зростає в рази. Наприклад з'явилося безліч систем контролюючих роботу двигуна: система живлення, система запалювання, система запуску двигуна, система живлення бортової мережі, і т. д., систем контролюючих дорожню обстановку і відповідаючих за безпеку руху: антиблокувальна система, протибуксовочна система, система курсової стійкості, система пасивної безпеки. На той час кількість електричних проводів в автомобільних джгутах досягло декількох десятків, а то і сотень метрів. Для спрощення зв'язку датчиків і систем автомобіля було винайдено безліч бортових інформаційних систем. З кожним роком вони поліпшувалися і прогресували. В зв'язку з цим можна зробити висновок, що сучасні проблеми потребують сучасного підходу, а саме тому пропонується розглянути варіант вивчення процесів роботи бортової мережі автотранспорту методом її симуляції за допомогою Arduino. Цей варіант більш ергономічний та безпечний, ніж вивчення бортової мережі безпосередньо на практиці зі справжньою бортовою мережею автомобіля.

Виконання вищенаведеної задумки буде неможливим без відповідних компонентів. Таких як:

1. CAN-шина (ControllerAreaNetwork) – це система цифрового зв'язку і управління електричними системами і мережами автомобіля, яка дозволяє збирати і обробляти сигнали з усіх пристроїв автомобіля. Принцип дії її полягає в тому, що всі системи і споживачі з'єднані паралельно і всі сигнали передаються в цифровій формі за певним

протоколу двома проводами. В даний час більше 90 % автомобілів, що випускаються, працюють на CAN-шині.

2. Адаптер ELM 327 Bluetooth – сучасний і зручний інструмент для діагностики автомобіля за допомогою комп'ютера. Пристрій підтримує всі протоколи OBD-II з величезною кількістю спеціалізованих програм для діагностики.

ELM 327 Bluetooth адаптер – мультипротокольна система, яка забезпечує якісну перевірку автомобіля через вбудований OBD-II роз'єм шляхом бездротового зв'язку Bluetooth.

3. Плата Arduino Uno. Незважаючи на те, що це одна з найдешевших плат Arduino, вона досить функціональна. Плата Arduino Uno входить в багато наборів, які дозволяють приступити до вивчення принципів електроніки та конструювання, тому це оптимальний варіант з точки зору легкості сприйняття та вивчення інформації.

4. Також для виконання поставленої задачі знадобиться LCD екран з клавіатурою. Для плат Arduino існує безліч варіантів екранів і клавіатур з підключенням через вставне з'єднання. В даному випадку буде використовуватися LCD дисплей розмірністю 16 x 2 символи та 6 кнопок.

Алгоритм виконання інформаційного обміну. Розробимо алгоритм (рисунок 1) роботи, за яким майбутня програма буде виконувати певні дії. По-перше, опитуємо кнопки вибору параметрів, про які ми хочемо дізнатися потрібну інформацію. По-друге, ми вибираємо потрібний параметр. На екрані з'являється потрібна нам інформація. Після цього програма показує нам знову вибір параметрів.

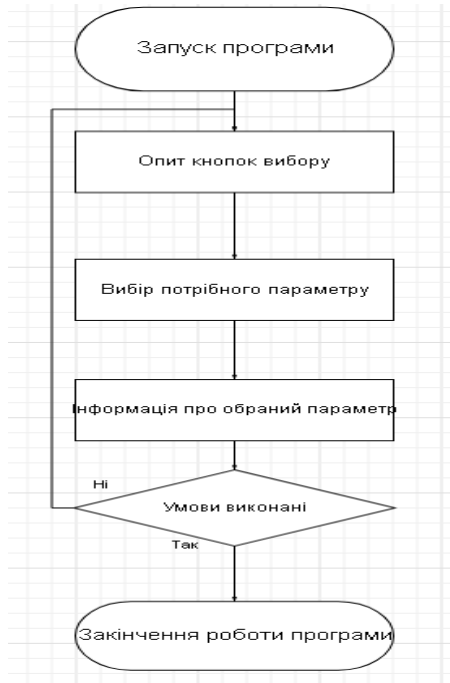
### **Висновки.**

– В процесі розробки проекту були розглянуті способи приєднання до бортової мережі з метою отримання актуальної інформації про стан систем, вузлів і агрегатів автомобіля.

– Запропоновано спосіб підключення бортової інформаційної системи на платформі Arduino до CAN-шини автомобіля.

– Розроблена електрична схема з'єднання платформи Arduino з бортовою мережею автомобіля за допомогою адаптера на мікросхемі ELM 327.

– Розроблено алгоритми для інформаційного обміну з бортовою мережею автомобіля через мікросхему ELM 327.



**Рис. 1.** Алгоритм роботи програми

УДК 621.31

**Пулашкін В. Ю.,**

*студент,*

**Запальский В. М.,**

*канд. техн. наук,*

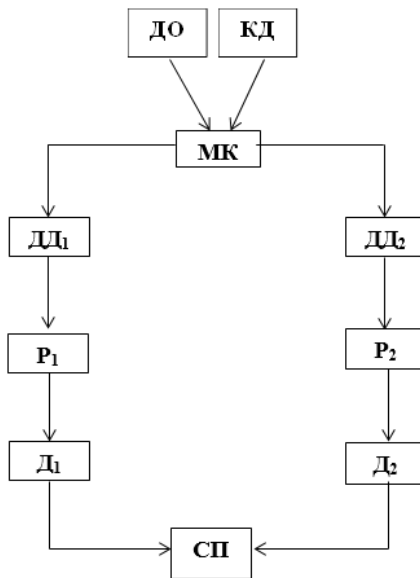
*ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО КОМПЛЕКСУ З ПЕРЕТВОРЕННЯ СОНЯЧНОЇ РАДІАЦІЇ**

Одним з найбільш перспективних способів отримання, передачі та використання енергії, що виробляється з навколишнього середовища з відсутністю шкоди для неї, є сонячна енергетика. Сонячна енергетика – напрям альтернативної енергетики, заснований на безпосередньому використанні сонячного випромінювання для отримання енергії в

будь-якому вигляді. Сонячна енергетика використовує відновлювані джерела енергії і є «екологічно чистою».

Датчики інтенсивності сонячного випромінювання – це фоторезистори, встановлені на рухомій платформі, вимірюють поточний рівень освітлення і передають дані про нього на мікроконтролер. Програма, розташована в мікроконтролері, обчислює різницю в показаннях окремих пар датчиків, відповідальних за горизонтальне та вертикальне обертання, і порівнює результати з еталонним значенням, після чого отримана помилка направляється на базу силового транзистора у вигляді контрольної дії.

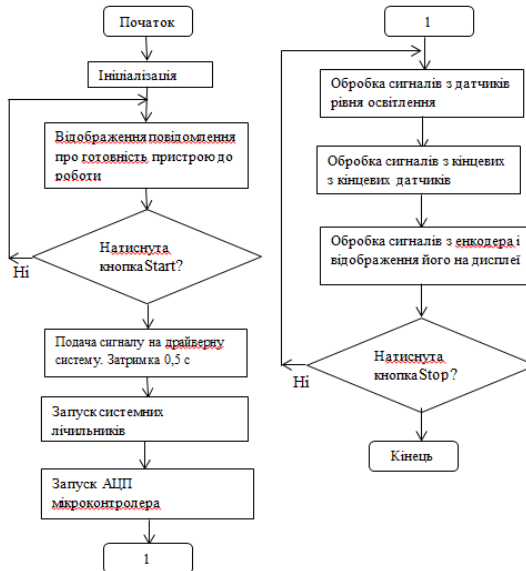


**Рис. 1.** Блок схемасистеми управління комплексом

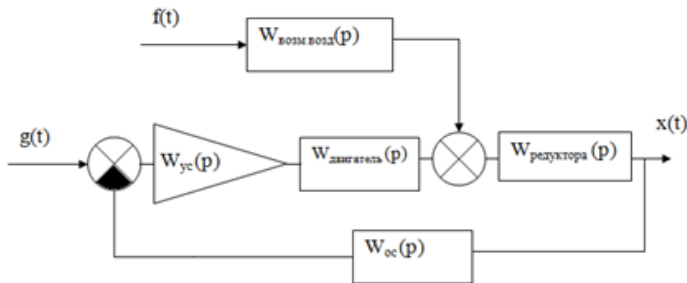
Кінцеві датчики посилають сигнал мікроконтролеру, коли рухома частина досягає одного з двох кінцевих положень. Вони дозволяють обертання в діапазоні від  $0^\circ$  до  $90^\circ$  для рухомої платформи та від  $0^\circ$  до  $270^\circ$  для рухомого диска.

Алгоритм роботи програми. Спочатку сигнал уловлюється горизонтальною парою датчиків, які відповідають за обертання вздовж вертикальної осі (рис. 1). Отже, якщо показання датчиків однакові, платформа правильно вирівняна відносно вертикальної осі, а кут відхилення менше  $10^\circ$ . Якщо вони не однакові, обчислюється різниця між їх показаннями, і, залежно від їх знака, мікроконтролер посилає прямий або

зворотний сигнал на вертикальний поворотний привід. Потім цикл повторюється і так до тих пір, поки різниця показань з датчиків не стане нульовою.



**Рис. 2.** Алгоритм роботи програми



**Рис. 3.** Структурна схема управління приводом вертикального обертання

Тоді направлення в горизонтальній площині відбувається за тією ж схемою. Однак тут показання беруться з пари вертикальних датчиків.

Цільовий процес закінчується, коли різниця між вимірними значеннями двох датчиків не дорівнює нулю.

Структурна схема пристрою. На рис. 3 показана структурна схема системи автоматичного управління приводом з вертикальним обертанням, де прийняти наступні позначення:  $W_{yc}(p)$  – перехідна функція підсилювача;  $W_{двигателя}(p)$  – перехідна функція двигуна;  $W_{редуктора}(p)$  – перехідна функція редуктора;  $W_{ос}(p)$  – перехідна функція зворотнього зв'язку;  $W_{возм\ возд}(p)$  – перехідна функція «зовнішнього» впливу

В якості висновку можна зазначити, що проведена робота з визначенням блок – схеми побудови системи керування структурної схеми комплексу з перетворення сонячної радіації, за результатами якої було запропонована структурна схема та алгоритм роботи програмного забезпечення модуля керування. Це дає, на наступному етапі проведення подальшого аналізу та синтезу системи керування з підбором не тільки відповідного регулятора та закону керування, а й відповідних робочих параметрів комплексу з перетворення сонячної радіації.

УДК 621.51

**Тимко Д. О.,**  
*студент,*

**Запальский В. М.,**  
*канд. техн. наук,*

*ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

## **РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ СОРТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ**

На сьогоднішній день в умовах інтенсивної конкуренції, ефективність виробництва, як правило, розглядається як ключ до успіху. Ефективність виробництва включає швидкість, з якою виробниче обладнання та виробнича лінія можуть знижувати матеріальну та робочу вартість продукту, покращуючи якість та знижуючи шанс браку, мінімізуючи простой виробничого обладнання та низьку собівартість виробничого обладнання. Враховуючи це питання, розробляється проект, який дуже корисний для виробничих галузей.

Сортувальні комплекси по вазі, кольору, зовнішньому і внутрішньому стану, це інноваційні лінії, перші зразки яких були розроблені відносно недавно, в кінці дев'яностих минулого століття. Дані технічні рішення пропонуються в комплексному вигляді і не припускають організацію загального циклу сортування без усіх необхідних для реалізації процесу опцій: приймання, мийку, розподіл по «струмків», дозо-



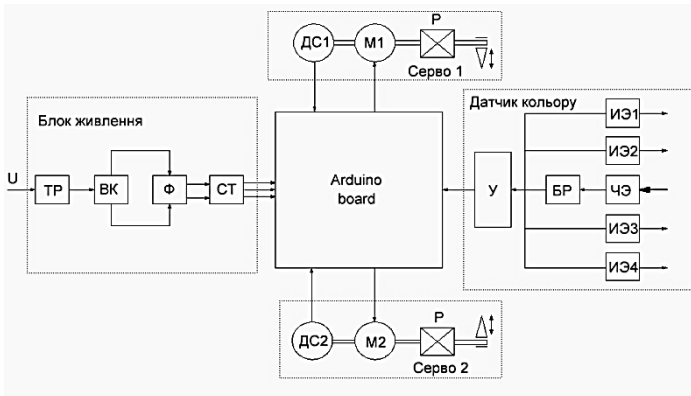
вану подачу на головний сортувальний вузол, відведення відсортованого сировини, і розфасовка в тару.

Головним їх відмінністю від традиційних спрощених механічних рішень, є наявність складноорганізованої елементної бази у вигляді різнопланових датчиків (фотоелементів, ультразвукових датчиків, тензOMETричних датчиків, температурних датчиків, датчиків рівня, датчиків кислотності) сформованих в загальну систему сигналів і інтегровану за допомогою багаторівневого керуючого SOFT-а в потужний процесор.

Для розробки автоматизованої сортувальної машина застосуємо датчик кольору TCS3200, два сервопривіда SG90, для переміщення об'єктів та контрольную плату Arduino. Функціональна схема сортувальника представлена на рисунку 1.

Перед початком роботи сортувальна машина за кольором налаштує сервоприводи за заданими у програмі параметрами, для коректної передачі оцінювального об'єкту.

Після налаштування, по податочній трубці подається об'єкт для оцінки на перший сервопривід. Він переміщує його під датчик.



**Рис. 1.** Функціональна схема сортувальника

Датчик кольору оцінює колір об'єкта, за параметрами, які були задані у програми, а саме: червоний, зелений, рожевий та жовтий. Після оцінювання кольору на плату Arduino надходить сигнал, який змушує другий сервопривід прийняти правильне положення роздавальної платформи для сортування об'єкту у ємність. В свою чергу, коли другий сервопривід закінчивши переміщення, перший подає об'єкт сортування на роздавальну платформу і об'єкт потрапляє у ємність для певного

кольору. Після чого сортувальна машина починає свої дії з початку, налаштуванням сервоприводів.

Побудова моделі керуючого механізму виконано в системі MATLAB. Математична модель сервоприводу представлена на рисунку 2.

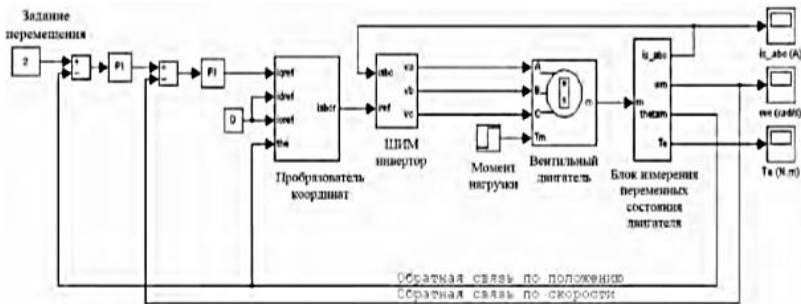


Рис. 2. Математична модель сервопривода

Робота сервопривіда описується системою рівнянь:

$$\begin{cases} U_d = R_s i_d + L_s \frac{di_d}{dt} - z_p \omega L_s i_q \\ U_q = R_s i_q + L_s \frac{di_q}{dt} - z_p \omega L_s i_d + z_p \omega \phi_o \\ M = \frac{3}{2} z_p \phi_o i_q \\ I \frac{d\omega}{dt} = M - M_c \end{cases} \quad (1)$$

де  $U_d$  – напруга двигуна;  $R_s$  – опір двигуна;  $i_d$  – сила струму двигуна;  $L_s$  – індуктивність обмотки збудження;  $z_p$  – наведене сопроотивление;  $i_q$  – сила струму якоря;  $U_q$  – напруга якоря;  $\omega$  – кутова швидкість;  $\phi_o$  – кут зсуву фаз;  $M$  – навантажувальний момент;  $M_c$  – момент опору.

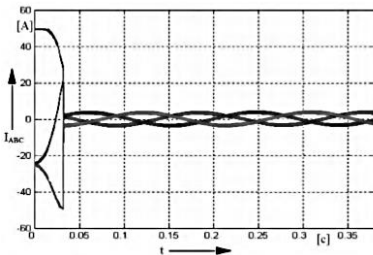


Рис. 3. Графік перехідних процесів фазних струмів

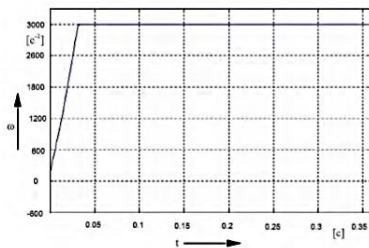


Рис. 4. Графік перехідного  $I_a, I_b, I_c$  процесу по швидкості  $\omega$

Для зняття динамічних характеристик приводу переміщення були задані відстань переміщення приводу  $S$  і момент навантаження  $M$ . Зняті характеристики зміни струмів  $I_a$ ,  $I_G$ ,  $I_C$ , швидкості  $\omega$  і моменту двигуна  $M$  представлені на малюнках 3, 4.

УДК 621.38

**Скоройд М. Ю.,**

*студент,*

**Кубов В. І.,**

*канд. фіз.-мат. наук, доцент,*

*ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

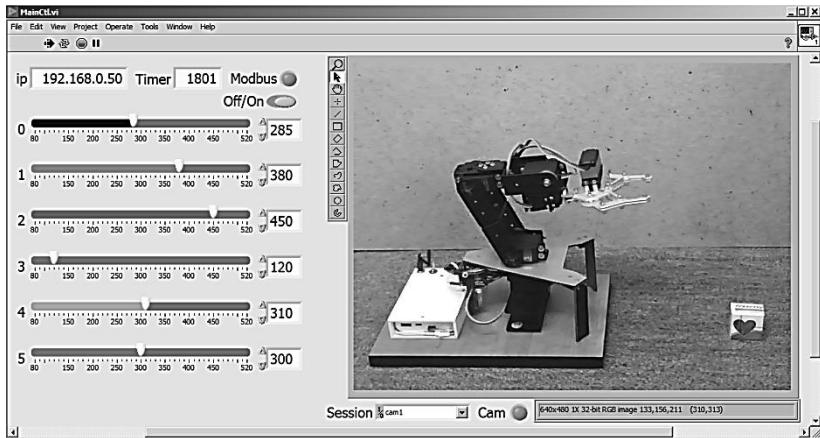
## **ІНТЕГРАЦІЯ ЗАСОБІВ ДИСТАНЦІЙНО-ВІЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ ДО SCADA СИСТЕМИ НА БАЗІ LABVIEW DSC**

При різних операціях на підприємницьких лініях, потрібно виконувати оперативний контроль за робочими процесами: будь то моніторинг різних показників, контроль технологічних процесів чи ідентифікація сировини. А якщо ділянок котрих потрібно контролювати на заводі багато то їх перевірка потребує багато ресурсів та часу.

Тому для контролю та керування системами автоматизації на сучасних виробництвах використовуються SCADA-системи. Останні версії популярного інструментального пакету LABVIEW дозволяють створювати різноманітні SCADA-системи. За допомогою яких можна спостерігати за об'єктами та керувати різними технологічними процесами на виробничих лініях. Окрім того, LABVIEW має чисельні інструменти обробки зображень, та розпізнавання тих зображень NI-IMAQ.

Тому нами було вирішено створити інтеграцію дистанційно візуального контролю до SCADA систем на базі LABVIEW DSC. Що дозволило би за допомогою OPC-сервера та інтеграції LABVIEW в SCADA систему, дистанційно слідкувати та контролювати і управляти технічні процеси на виробничих лініях, а саме сканувати робоче приміщення для знаходження в ньому різних об'єктів для подальшого їх маніпулювання за допомогою маніпулятора, наприклад пересувати ящики з продукцією з однієї конвеєрної лінії на іншу за допомогою маніпулятора без участі людини. Системна база LABVIEW DSC дозволяє підключати безліч камер до одного комп'ютера. Що дасть змогу слідкувати за всією конвеєрною лінією з одного комп'ютера.

На рис.1 показано можливий варіант інтеграції візуального вікна, в якому присутнє зображення моделі реального маніпулятора, що отримано за допомогою Web-камери.



**Рис. 1.** Вікно оператора SCADA-системи з відео-зображенням маніпулятора

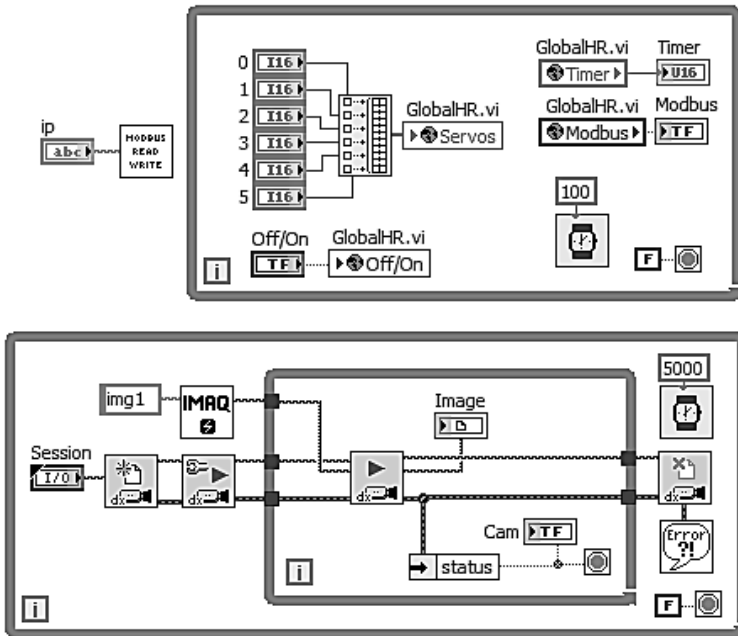
Одночасно з діями оператора дані передається через канал зв'язку до реального об'єкту. Для полегшення контролю за об'єктом керування оператор спостерігає за моделлю маніпулятора в графічному вікні та за допомогою Web-камери сканує місцевість для знаходження координат розташованих об'єктів в приміщенні.

Зазвичай рухи маніпулятора визначаються програмою – цифровою шкалою, але інколи виникає необхідність втручання в програму. Особливо під час виконання калібрування системи, або під час переходу до обробки іншої продукції.

Оператору системи було б значно легше виконувати налаштування системи візуально спостерігаючи за реальним об'єктом, а не його моделлю.

На рис. 2 показано блок схему верхнього рівня для віртуального інструменту керування моделлю маніпулятора у графічному вікні та відображення візуального контролю за маніпулятором.

Таким чином, в роботі показано можливість та доцільність інтеграції засобів дистанційного відео контролю до систем автоматизації з використанням LABVIEW DSC та пакету NI-IMAQ.



**Рис.2.** Блок схема прикладної програми моделі маніпулятора у LABVIEW

УДК 65.011.56

**Сідєлєв М. І.,**  
*канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри,*  
**Петрова А. О.,**  
*студентка 4 курсу спеціальності АКІТ,*  
*ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

## **ПРОБЛЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ КЕРУВАННЯ ПРОМИСЛОВИМИ ПАРОВИМИ КОТЛАМИ**

Відомо, що парові котли часто використовуються в різних промислових і побутових додатках, де потрібен насичений або перегрітий пар. Пар, що виробляється паровими котлами, використовується для опалення, приготування їжі та повторного кип'ятіння, в основному через його теплову енергію. З іншого боку, енергія тиску, пов'язана з паром,

в першу чергу знаходить своє застосування в поршневих парових двигунах і парових турбінах.

Парові котли можуть виробляти пар, використовуючи тепло з різних джерел, таких як спалювання палива, ядерні реакції, сонячна енергія і тепло, що розсіюється в результаті декількох інших процесів. Паровий котел повинен бути сконструйований таким чином, щоб він міг працювати з паром дуже високого тиску, що утворюється при дуже високих температурах.

Котли є основним джерелом виробництва пари та гарячої води на промислових переробних підприємствах, де потреба в парі дуже часто змінюється в залежності від вимог. Отже, добре спроектований котел повинен бути здатний миттєво реагувати на ці зміни навантаження. При цьому він також повинен зберігати свою ефективність і безпеку. Для цього застосовуються різноманітні системи управління. Деякі з них призначені для місцевого управління котлом, наприклад, системи управління тиском пару за котлом, тоді як більш просунуті, є прямим цифровим керуванням, наприклад, DDC (пряме цифрове керування).

В роботі вказується, що основна проблема парових котлів, які використовуються на підприємстві, проблема в великих коливаннях витрати пари в котлі.

Розробники не завжди розуміють, що коли підвищення рівня викликано підвищенням температури або падінням тиску, маса води в барабані падає через ефект набухання, викликаного збільшенням кількості бульбашок пари. І саме система управління використовується для усунення цього порушення, реагуючи на зміни навантаження у міру їх виникнення. Подібна система управління визначає витрати пари і допомагає їх регулювати. Витрати води також регулюються замкнутим контуром регулювання витрати, так що порушення тиску не впливають на витрату води, що подається. На додаток до трьох основних регулюючих змінних, тиск парового простору компенсує зміни щільності пари.

Різноманіття котлів можна представити наступною класифікацією: за вмістом трубки (жаротрубний, водотрубний, електричний, конденсаційний); відповідно до положення печі (з внутрішнім опаленням, з зовнішнім обігрівом); відповідно з віссю корпусу (вертикальний, горизонтальний); за кількістю труб (однотрубні, багатотрубні); за циркуляцією котла і пари (з природною циркуляцією, з примусовою циркуляцією); відповідно до використання (стаціонарні, мобільні).

Але параметри, котрі треба контролювати, схожі: температура пару; тиск пару; маса та температура води; рівень води всередині котла; загальна кількість розчинених твердих речовин (рівень TDS); темпера-

тура холодного повітря; температура води, що подається; частки рециркуляції димових газів тощо.

Традиційні види управління паровими котлами: клапани з пневматичним приводом – стиснене повітря подається на діафрагму в приводі, щоб відкрити або закрити клапан; клапани з електричним приводом – клапан пускає в хід електродвигун; автоматичне – контролера як такого немає – датчик заповнений рідиною, яка розширюється і стискається у відповідь на зміну температури технологічного процесу. Ця дія застосовує силу для відкриття або закриття клапана.

Традиційні регулятори, як правило, містять тільки вимірвальні пристрої та блок управління, наявні додаткові блоки оптимального оцінювання та ідентифікації. Оптимальне керування можливо лише за умови оптимальної обробки інформації.

В результаті проведення аналізу дійшли висновку, що оптимальним на теперішній час є використання технологій адаптивного регулювання, котрі дозволяють повністю автоматизувати процес налаштування контурів регулювання промислового об'єкта управління з різними видами і величинами запізнювання. Вони дозволяють повністю відмовитися від використання звичайних методів ідентифікації динаміки об'єкта і розрахунку оптимальних параметрів налаштування регуляторів.

УДК 61:621:397

**Альонущкіна Т. Й.,**

*студент магістеріуму,*

**Трунов О. М.,**

*д-р техн. наук, професор,*

*ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

## **ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ВІДДАЛЕНОГО МОНІТОРИНГА СТАНУ ПАЦІЄНТА З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ВЕБТЕХНОЛОГІЙ**

*У статті вивчається доцільність створення системи віддаленого моніторингу стану здоров'я користувача. Для реалізації цього завдання досліджено технологію дистанційного моніторингу та її переваги для пацієнта та лікаря.*

**Віддалений моніторинг** – засіб самостійного контролю або тестування, який дозволяє медичним працівникам віддалено спостерігати за перебігом процесів, проводити фіксацію, протоколювання та передачу

даних для пацієнтів з хронічними захворюваннями або довготривалого реабілітаційного відновлення. До переліку таких хвороб відносяться пост-лікувальні періоди інсультів, інфарктів, цукрового діабету, приступів астми та інші. Розвиток комп'ютерно-інтегрованих технологій сьогодення дозволяє простежити існуючі ланцюги засобів, що принципово дозволяють реалізувати моніторинг за допомогою технологічних пристроїв та мобільних додатків. Рівень якості і надійності віддаленого спостереження за перебігом у часі показників стану здоров'я пацієнтів відповідно до переліку та методик визначення, що затверджено МОЗ України, за очікуванням незначно поступиться традиційному особистому огляду. Однак, саме він надасть, як лікареві так і пацієнту більше можливостей і інструментів комп'ютерно інтегрованих технологій для аналізу та дозволить зробити графік прийому і роботи більш гнучким та рентабельним, а особливо в умовах пандемії.

Технологія віддаленого моніторингу пацієнта (ТВМП) дозволяє спостерігати пацієнтів за межами медичних закладів, що значно поліпшує доступ до кваліфікованої медичної допомоги та знижує витрати на медичне обслуговування.

Використання ТВМП при спостереженні пацієнтів з хронічними захворюваннями значно поліпшить якість їх життя та дозволяє зберегти незалежність, яку вони мали до встановлення діагнозу, запобігає ускладненням та мінімізує витрати на лікування. Також віддалений моніторинг допомагає аналізувати фізіологічні параметри, не тільки в даний конкретний момент, а на протязі тривалого часу відстежувати розвиток захворювання, що дозволяє на ранніх стадіях проводити діагноз і виявляти погіршення стану здоров'я пацієнта або навпаки відстежити хід відновлення (реабілітації), за рахунок чого скорочується кількість відвідувань пацієнтами відділень невідкладної допомоги, кількість госпіталізацій і період перебування в лікарні.

Технологічні компоненти віддаленого моніторингу пацієнта

Узагальнена архітектура технологій віддаленого моніторингу може бути представлена чотирма компонентами:

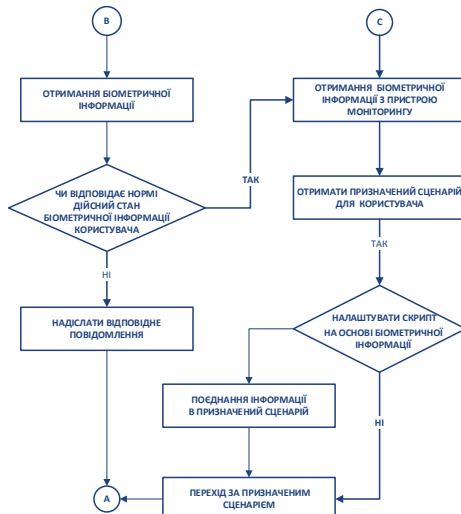
- *датчики для вимірювання фізіологічних параметрів* та пристрої моніторингу з підтримкою бездротового зв'язку, які підключаються до центральної бази даних, в залежності від технології, обраної виробником, по протоколах бездротового або телефонного зв'язку;

- *локальна пам'ять* в пристрої користувача (пацієнта), яка забезпечує як роботу самого пристрою та датчиків, так і їх взаємодію з централізованими базами даних сховища постачальника медичних послуг, лікарні сімейного лікаря для спостереження за станом здоров'я користувача послуги та виробника технології – для відстеження коректної роботи обладнання;



– *централізована база даних* параметрів про стан пацієнта як об'єкта спостереження, що відправлено пристроями моніторингу з локального сховища пристрою на обробку інформації програмами або постачальника медичних послуг, або спеціальної моніторингової компанії, яка надає послуги моніторингу декільком медичним закладам;

– *програмне забезпечення* для аналізу даних з пристроїв моніторингу, яка може не тільки обробити зібрану інформацію, а ще й на підставі діагностичного висновку сформуванати рекомендаційний припис для призначення і корекції перебігу процесу лікування чи попередити необхідність негайного звернення до лікаря пацієнта при свідомості, або викликати негайну допомогу пацієнту, який потрапив у скрутне фізичне становище і не має такої можливості (приступ епілепсії, втрата свідомості, серцевий приступ).



**Рис. 3.** Частина блок-схеми, що ілюструє виконувани сервером етапи процесу моніторингу

### **Приклад використання дистанційного моніторингу.**

Віддалене спостереження та спілкування в режимі реального часу з пацієнтами групи підвищеного ризику повторної госпіталізації за допомогою новітніх біометричних пристроїв, спеціальних додатків, відео і телефонних конференцій та голосових або текстових повідомлень. Підвищення залученості пацієнтів за допомогою інформування про їх діагноз і стан, спостереження за власними симптомами, нагадування про прийом ліків та необхідність планових обстежень.



Керування  
Тривалим  
доглядом



Домашній  
медичний догляд  
та реабілітація



Визначення  
необхідності  
переходу на  
лікування у стаціонарі



Безперервне  
піклування про стан  
здоров'я пацієнта

- контроль пацієнтів з групи найвищого ризику;
- забезпечення повноцінного догляду за пацієнтами з загостренням захворювання в умовах домашнього стаціонару;
- навчання та тестування знань пацієнтів відносно стану їх здоров'я за допомогою спеціальних додатків;
- зниження періоду одужання та вартості догляду;
- оптимізація робочого часу лікаря;
- залучення а розширення можливостей пацієнта;
- віддалений біометричний моніторинг за допомогою відео та телефонних дзвінків, текстових та голосових повідомлень у реальному часі;
- нагадування про прийом ліків за розкладом;
- віддалене обстеження та встановлення діагнозу;
- визначення необхідності проходження повторних тестів та їх періодичність;
- індивідуальні попередження пацієнта або його доглядальника про стан, який може бути небезпечним для його здоров'я та самопочуття, або інформування відповідних інстанцій, таких як лікар або швидка медична допомога, про негайну необхідність медичного втручання.

Таким чином, проведений аналіз дозволяє сформулювати напрямки подальших застосувань комп'ютерно-інтегрованих технологій, які проглядаються вже сьогодні як тенденції подальшого розвитку автоматизованих систем сімейної медицини.

#### Віртуальний догляд

Рішенням для віддаленого догляду пацієнтів є навчальні посібники, засоби комунікацій, відстеження прийому медичних препаратів та змін симптомів пацієнта. Відео спостереження за пацієнтом надає найбільші можливості моніторингу та відслідковування змін стану пацієнта та поліпшує догляд.

#### Сприйняття віртуального догляду.

Доступність персональних технологій надає пацієнтам і лікарям можливість використовувати віртуальне відео в реальному часі для поліпшення спілкування та впевненість пацієнтові у наданні кваліфікованої підтримки без необхідності відвідування медичного закладу.

Відеодзвінки для пацієнтів.

При отриманні пацієнтом обладнання для моніторингу медичний персонал навчає пацієнта користуванню обладнанням та роз'яснює переваги, які воно надає, а також повідомляє про всі переваги віддаленого моніторингу та можливість дистанційного отримання кваліфікованої медичної допомоги в найбільш комфортних умовах для пацієнта.

Переваги віддаленого піклування:

- сприяє підвищенню якості життя та комфортному відстеженню симптомів;
- підвищує незалежність пацієнта від захворювання надаючи впевненість та спокій;
- дозволяє пацієнтам отримати своєчасну кваліфіковану допомогу в режимі реального часу (відео, текст, дзвінок);
- забезпечує постійний контакт пацієнта з медичним персоналом;
- залучає хворого відстежувати симптоми, навчає контролювати стан здоров'я та самопочуття;
- нагадування про прийом ліків підвищує ефективність лікування.

**Висновки.** Атрибути та ознаки, переваги та потенціальні можливості застосування компютерно-інтегрованих технологій означили тенденції розвитку автоматизованих систем сімейної медицини як напрямки подальших досліджень приладів, датчиків, алгоритмів та програмного забезпечення.

УДК 631.362.3-032.2:635.64

**Ткаченко П. І.,**

*студент магістеріуму,*

**Трунов О. М.,**

*д-р техн. наук, професор,*

*ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

## **РОЗВИТОК МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ СТВОРЕННЯ ДІЛЯНОК АВТОМАТИЗОВАНИХ ПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

Враховуючи фізичні параметри, хімічний склад продукції що потребує часткової або повної переробки створюють системи які з різною ефективністю обробляють тони сировини. Підвищення собівартості продукції досягається шляхом оптимізації всіх можливих процесів переробки. Виокремлення зазвичай: соку, м'якоті, шкірки та насіння будь-якого плоду передбачає створення самостійного алгоритму за яким проходить обробка і реалізація створеної продукції:

- з соку та м'якоті – томатний сік, виноградний сік;

- м'якоть плоду – томатна паста, сік з м'якоттю;
- насіння плоду – корисні речовини, які використовуються в медицині, парфумерії, косметології, в харчовій промисловості тощо.

Комплексний підхід в переробці передбачає раціональне ставлення до вторинної сировини, що може містити біологічно активні речовини, наприклад відходи після чавлення виноградних грон, або при створенні томатного соку, соусу.

Зважаючи на недоліки при створенні томатної пасти, було створено принципову схему комплексної переробки томатів.

Одним із способів підвищення рентабельності підприємств переробної промисловості є підвищення якості та глибини переробки. Прикладами є технології, в яких здійснюється висадка за сортами із визначеними властивостями та однаковими термінами визрівання. Однак, незважаючи на те що висадка культур здійснюється за сортами при практичній реалізації у наслідок різних природних та поливних умов спостерігається відмінність властивостей у наслідок зрілостних та сортових властивостей. Одним із багатообіцяючих підходів до переробки сільськогосподарської продукції є автоматизація із одночасним збільшенням глибини її переробки. Разом з тим, впровадження досягнень техніки, а саме розвитку датчиків технічного зору та робототехніки повинен передувати ґрунтовний аналіз досягнень сьогодення технологій переробки та утилізації повторної сировини та відходів, здатні бути сировиною або добавками до їжі у тваринництві чи птахівництві або середовищем для розвитку метано утворюючих бактерій, що ефективно продукують біогаз.

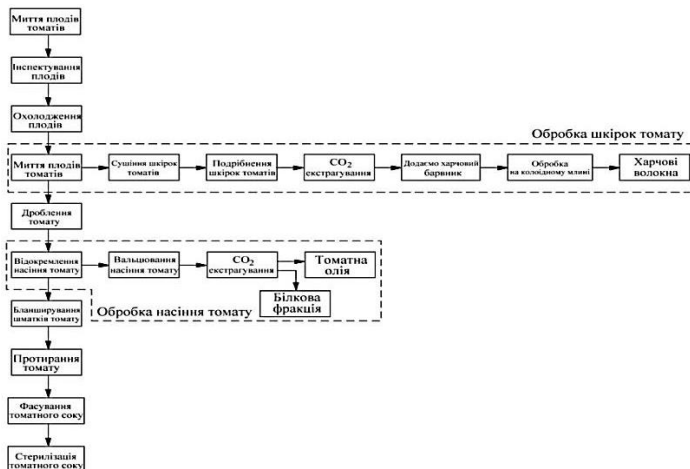


Рис. 1. Принципова схема комплексної переробки томатів

Таким чином, у магістерській роботі поставлено за мету провести комплексний аналіз можливостей підвищення якості первинної переробки і збільшення глибини переробки, розширення використання відходів за рахунок застосування досягнень сучасного рівня автоматизації.

Задля досягнення поставленої мети необхідно:

- провести аналіз сучасного стану автоматизованих систем переробних підприємств;
- провести аналіз тенденцій розвитку автоматизованих систем переробних підприємств;
- виявити особливості основних технологічних процесів сучасних переробних підприємств харчової промисловості;
- провести аналіз технічних рішень, які здатні удосконалити переробні процеси;
- провести порівняльний аналіз переваг та недоліків відомих реалізацій процесів сортування;
- розробити математичну модель ефективності автоматизованого переробного підприємства;
- розробити функціональну схему, алгоритм роботи автоматизованого переробного підприємства, тощо.

УДК 631.23;57.081.23

**Льговський А. С.,**  
*студент 471 групи,*

**Щесюк О. В.,**  
*канд. техн. наук, доцент кафедри АКІТ,  
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

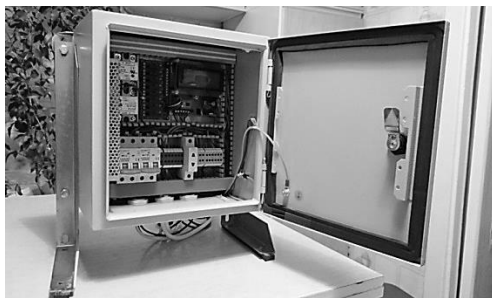
## **АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА АДАПТАЦІЇ МІКРОКЛІМАТУ ДЛЯ «РОЗУМНОЇ» ТЕПЛИЦІ**

**Постановка проблеми.** В умовах прискореного темпу розвитку аграрного напрямлення та зросту потреб в сільгоспкультурах є необхідність автоматизувати процеси вирощування рослин цілий рік з використанням теплиць в загальнодержавному секторі та в малих господарствах і садибах власного використання. Нажаль, в простих теплицях із сонячним обігрівом на присадибних ділянках, не завжди є можливість приділяти увагу важливим аспектам. В результаті чого рослини постійно знаходяться у стресових умовах. Вночі буває рослини переохолоджуються, а вдень, в дуже сонячну погоду вигорають (перегривають-

ся). Особливо посилюється несприятливий вплив в теплицях, що розташовані на садових або городніх ділянках, що значно віддалені від місць постійного проживання власників. Тому останніми тенденціями в аграрному світі є автоматизація процесів вирощування рослин методами забезпечення необхідного мікроклімату та своєчасного поливу.

**Розробка системи мікроклімату і виготовлення дослідного зразка.** В теплицях усіх типів та розмірів важливо підтримувати певні мікрокліматичні умови, полив, вентиляцію та освітлення. Все це необхідно робити щодня, що не завжди можливо, оскільки нераціонально їздити до теплиці щодня за місто. На сьогоднішній день відбувається активна модернізація сільськогосподарського комплексу та теплиць загалом. Це пов'язано зі збільшенням кількості виконавчих систем: наприклад, модернізація вентиляції вікон, розподіл електричних ланцюгів, впровадження системи поливу, вентиляція. Теплиці оснащені спеціальним обладнанням, автоматизовані системи відкривають нові можливості для власників теплиць. На основі аналізу потреб ринку розроблено варіант «розумної системи», який дозволяє вирішити основні проблеми створення внутрішнього мікроклімату теплиці. Система автоматизованого керування дозволяє управляти: температурою і вологістю повітря; температурами ґрунту і поливної води; поливом ґрунту; концентрацією розчинів мінеральних добрив; подачею CO<sub>2</sub> й освітленням рослин.

Усі датчики та виконавчі механізми управляються мікроконтролером Arduino Nano V3 за допомогою відповідних реле. Запропонована система реалізована в корпусі із захистом по стандартизації IP54, має власне освітлення, розетку для підключення ноутбуку для налаштування, інтерфейс у вигляді ПК-дисплея та мікро USB, незалежне аварійне джерело живлення на випадок відключення основної мережі. На рис.1 наведено загальний вигляд дослідного зразка системи мікроклімату теплиці.



**Рис. 1.** Загальний вигляд дослідного зразка системи

**Висновки.** Реалізовані технічні рішення автоматизованої системи мікроклімату в теплиці, розроблено та налаштовано програмне забезпечення що дозволяє керувати усіма означеними вище параметрами за допомогою інтерактивного меню. Дослідний зразок системи протестовано, що підтвердило задані функціональні параметри.

УДК 615.4

**Щесюк О. В.,**

*канд. техн. наук, доцент кафедри АКИТ,*

**Щербак Ю. Г.,**

*канд. техн. наук, доцент кафедри екології,*

**Прищепов О. Ф.,**

*канд. техн. наук, доцент кафедри АКИТ,  
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна*

## **ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ І ВЕНТИЛЯЦІЇ ПОВІТРЯ ПО БОРОТЬБІ З КОРОНАВІРУСОМ**

**Постановка проблеми.** Системи кондиціонування і вентиляції (СКВ) мають фундаментальне значення для запобігання розповсюдження коронавірусної хвороби COVID-19 в першу чергу в медичних закладах, а також в місцях скупчення великої кількості людей. Слід відзначити, що загальним несприятливим фактором виробничого середовища медичних працівників усіх лікувальних напрямків є забруднення повітря робочої зони аерозолями лікарняних речовин, дезінфікуючих засобів, а також хвороботворними біологічними компонентами. В період різного роду епідемій (у тому числі звичайних сезонних) останній фактор може стати причиною інфекційних захворювань персоналу, пацієнтів і відвідувачів лікарняних закладів.

Таким чином, створення повітряного середовища у приміщеннях різних закладів, що відповідає сучасним санітарно-гігієнічним вимогам, є актуальною задачею.

Метою даної роботи є розробка практичних рекомендацій для СКВ на основі аналізу інформації фахівців в галузі вентиляції і кондиціонування повітря, що дозволить покращити санітарно-гігієнічні умови в будівлях, в першу чергу в лікарнях, і захистити людей від несприятливих факторів виробничого середовища.

**Рекомендації для СКВ в умовах пандемії.** В період розповсюдження пандемії коронавірусу світові і національні об'єднання фахівців в галузі вентиляції і кондиціонування, такі як ASHRAE, REHVA, AICSAAR та інші, терміново підготували і опублікували рекомендації, які пов'язані з проектуванням і експлуатацією СКВ для забезпечення нерозповсюдження коронавірусу в будівлях.

В рекомендаціях REHVA (Федерація європейських асоціацій опалення, вентиляції і кондиціонування повітря) «Заходи для запобігання розповсюдження коронавірусної інфекції в системах опалення, вентиляції і кондиціонування громадських будівель» н першому місці, як найбільш радикальний захід вказана рекомендація «по провітрюванні приміщень зовнішнім повітрям, навіть в приміщеннях з механічною вентиляцією». Наступна рекомендація, як REHVA так і ASHRAE, відноситься до вимоги заборони використання рециркуляції повітря в СКВ в будівлях, які експлуатуються, в період ескалації розповсюдження коронавірусу.

В документі розглядається ризик передачі інфекції повітряним шляхом через дрібні частинки – менше 5 мкм, які можуть залишатися в повітрі протягом декількох годин і транспортуватися на великі відстані. Дрібні частинки утворюються при кашлі і розмові і не зникають із повітря так швидко, як більш крупні краплини, які осідають і висихають. Цей механізм розповсюдження коронавірусу підказує, що збільшення вентиляції повітря корисне для видалення більшої кількості частинок. Краще взагалі забезпечувати постійно вентиляцію будівлі, щоб видалити частинки вірусу.

Автори рекомендацій відмічають, що ризик зараження зростає у приміщеннях, які погано провітрюються. Розмір частинок коронавіруса дорівнює (80–160) нм, і вони залишаються активними в звичайних умовах до трьох годин в повітрі приміщення і до двох- трьох діб на внутрішніх поверхнях і предметах.

Немає необхідності і в створенні підвищеної вологості повітря. Вірус стійкий до зміни навколишнього середовища і не стійкий тільки до дуже високої відносної вологості – вище 80 % і температури більше 30 °С, що неприйнятне в приміщеннях. Тому системи опалення або охолодження не потребують будь якого спеціального регулювання.

Підтримка вологості в приміщеннях, особливо в опалювальний сезон в умовах самоізоляції дуже важливо для здоров'я людини. В більшості приміщень вологість взимку не перевищує (15–25) %, що мало при постійному знаходженні людини вдома і при необхідності працювати дистанційно.

Також немає потреби міняти зовнішні повітряні фільтри СКВ, які не є джерелом забруднення, і в спеціальній очистці міжкімнатних вентиляційних каналів.



Не зайвим будуть і системи знезараження повітря, наприклад, ультрафіолетом. Ультрафіолетове випромінювання на сьогодні є одним із головних методів інактивації вірусів, бактерій і грибків. Але на даний момент немає досліджень, які б точно підтверджували, що цей вірус «боїться» таких рішень.

В рекомендаціях ASHRAE (Американське товариство інженерів по опаленню, вентиляції і кондиціонуванню повітря) при проектуванні систем кондиціонування і вентиляції на першому місці стоїть використання так званої витісняючої вентиляції, що повинно перешкоджати розповсюдженню вірусів.

**Висновки.** Нові обставини з якими людині треба буде жити постійно вимагають нових знань про системи вентиляції і кондиціонування повітря будівель. Тут головне всім зрозуміти: вентиляція і кондиціонування повітря – це важлива загальна задача інвесторів, архітекторів, лікарів, проєктувальників і, нарешті, самих мешканців. Всім повинно бути зрозуміло, що вентиляція і кондиціонування повітря – це стан нашого здоров'я і якість нашого життя.

УДК 004.75:004.77

**Пономаренко А. О.,**  
*бакалаврант кафедри ІС,*  
**Нездолій Ю. О.,**  
*старший викладач кафедри ІПЗ,*  
*ЧНУ ім. Петра Могили, м.Миколаїв, Україна*

## **МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ХМАРНИХ ТА БЕЗСЕРВЕРНИХ ОБЧИСЛЕНЬ У e-banking SERVICES**

Інформаційна революція щороку набирає все більших обертів, змушуючи всі індустрії, від найменших до найбільших, змінювати існуючу інфраструктуру інформаційних технологій. Серед переліку найбільш трансформативних цифрових рішень перші місця займають хмарні технології.

Термін «хмарні технології» сьогодні не викликає подиву, адже людство повсякчас зустрічається із складовими хмари. Хмарні сервіси пропонують масштабовану інфраструктуру, а завдяки віртуалізації з'явилася можливість об'єднувати інтернет-сервери у єдині кластери із величезною обчислювальною потужністю. Такі об'єднані мережі надають обчислювальні послуги на вимогу (on-demand), тому з користувачької точки зору ресурси в хмарі можна нескінченно розширювати.

Серед переліку індустрій, які потребують трансформації існуючої інформаційної інфраструктури, не останнє місце займає банківський сектор. Впровадження технологій хмарних обчислень дозволить фінансовим установам підвищити ефективність використання банківських систем із значним скороченням витрат на обслуговування та керування традиційної інформаційної інфраструктури.

Класифікуючи типи програмних застосунків, що використовуються у банківських структурах, за критерієм значної відмінності вимог до цих інформаційних сервісів, можемо виділити наступні групи банківських інформаційних систем:

- системи електронних платежів різних рівнів (державного, міжнародного, банки часу);
- внутрішньокорпоративні інформаційні системи банківських установ;
- системи керування віддаленими платіжними терміналами та підтримки процесингу пластикових карток (банкоматами, торговими терміналами і т. п.);
- сервіси для віддаленого керування банківськими рахунками юридичних та фізичних осіб.

Усі наведені сервіси мають досить відмінні бізнес-вимоги, але у них є спільне коло нефункціональних вимог та вимог, що висуваються регуляторами цього сектору економіки, які диктує конкуренція у цьому сегменті світової економіки.

Враховуючи, що банківські організації будь-якого типу займаються обробкою та зберіганням персональних даних, конфіденційність стає одним із критичних факторів при виборі моделі інформаційної інфраструктури. Загальні вимоги до постачальників хмар можна окреслити наступними:

- забезпечення безпеки банківських інформаційних інфраструктур відповідно до чинного законодавства,
- забезпечення конфіденційності клієнтських даних,
- забезпечення цілісності даних та унеможливлення внесення змін у банківські дані неуповноважених осіб чи програмних застосунків.

Крім традиційних операцій зі звичайними видами валют, існують операції із альтернативними валютами. Існує так звана економіка, заснована на часовому факторі, що оперує часом у якості грошей. Банки, що використовують часові кредити у якості валюти, називаються банками часу або тайм-банками. Філософія таймбанкінгу полягає в оперуванні послугами замість традиційних грошей, і так звані часові кредити, що зараховуються користувачам за надані послуги, циркулюють у тайм-банках так само, як і готівкові чи безготівкові гроші у класичній економіці.

Класифікація типів хмарних сервісів приведена нижче на Рисунок 1.



Рис 1. Типи хмарних сервісів

Окрім сервісів, розглянутих вище, найбільші провайдери (Amazon Web Services, Microsoft Azure та Google Cloud Platform) виділяють окремий хмарний сервіс – serverless computing. Поняття serverless не має на увазі відсутність фізичних серверів. Під безсерверністю розуміється відсутність необхідності думати про сервер. Налаштуванням, масштабуванням, керуванням серверу повністю займається провайдер.

**Безсерверні обчислення** – це нова модель хмарних обчислень, сьогодні відома як FaaS – Function as a service (функція як сервіс). При використанні FaaS моделі розробник може повністю зосередитись на створенні якісного продукту, не переймаючись за обслуговування серверу.

Безсерверні обчислення – найбільш привабливе рішення для банків часу. Оскільки банк часу може фактично розглядатися із соціальною мережею із особливим функціоналом, немає гострої потреби у налаштуванні серверу з нуля, а легка масштабованість під потреби банку стає значною перевагою у порівнянні з традиційними хмарними сервісами, адже кількість користувачів соціальної мережі має тенденцію зростати набагато швидше, ніж кількість клієнтів у банку.

Поєднання передових методів інтелектуального аналізу даних та хмарних обчислень дозволить банкам швидко отримувати цінну інформацію із величезного об'єму даних. Рішення хмарних обчислень максимально спрощують обслуговування і використання інформаційної інфраструктури фінансових установ. Також значно підвищується ефективність роботи банку та його взаємодії з клієнтами, оскільки

швидкість обслуговування не обмежується спроможністю окремих відділень банку.

Таким чином, потенціал інтеграції хмарних технологій у банки невичерпний. Вже сьогодні поступове впровадження хмарних сервісів в існуючі інформаційні інфраструктури дасть значні результати у підвищенні ефективності роботи банків, зниженні витрат на підтримку серверів та швидкість надання банківських послуг і обслуговування клієнтів. Щодо провайдерів хмарних сервісів, більшість зусиль для залучення банків до переходу на хмарну модель інформаційної інфраструктури має бути спрямована на підвищення безпеки даних та обчислювальних операцій, відповідність існуючому законодавству та забезпечення конфіденційності та цілісності даних.

# ЗМІСТ

---

## Секція КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ

### Підсекція: КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

<b>Бойко А. П., Бабичев О. Є.</b> Електронний кодовий замок на базі Arduino .....	1
<b>Бойко А. П., Чернявський Р. А.</b> Інтерактивне обладнання для ігрової системи.....	3
<b>Бурлаченко І. С., Овчар С. В.</b> Дослідження швидкості передачі зображень Web-серверами на базі ESP32-CAM та Raspberry Pi .....	5
<b>Бурлаченко І. С., Шевченко О. В.</b> Дослідження швидкодії Web-серверів з використанням сучасних веб-фреймворків.....	7
<b>Веселовський В. Д.</b> Система складання WiFi-мапи переміщення працівників територією організації.....	9
<b>Журавська І. М., Обухова К. О.</b> Цифрова трансформація бізнесу.....	11
<b>Кушнір С. Ю.</b> Автоматична система подачі корму для домашніх тварин .....	13
<b>Пузирьов С. В., Смолянік Я. В.</b> Інтеграція камери ESP32-CAM OV2604 з мобільними месенджерами.....	14
<b>Солобуто Л. В.</b> Цифрові лічильники імпульсів .....	16
<b>Старченко В. В.</b> Синтез регулятора руху мобільного робота зі зворотнім зв'язком на базі інтелектуального сенсору зображення HuskyLens .....	18

## Секція ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У РОЗВИТКУ СУСПІЛЬСТВА

### Підсекція: ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ

<b>Асєєв В. Д.</b> Моделювання соціальних мереж з даних Twitter для подальшого аналізу .....	23
<b>Болюбаш Н. М.</b> Перспективи використання технології блокчейн у системі вищої професійної освіти .....	25

<b>Брагінець О. В.</b> Деякі точні розв'язки рівнянь аксіонної електродинаміки .....	28
<b>Воробйова А. І.</b> Математичні олімпіади ЧНУ ім. Петра Могили як складова науково-дослідної роботи студентів .....	30
<b>Донченко М. В.</b> Оцінка безпеки аварійно-небезпечних систем .....	36
<b>Донченко М. В.</b> Врахування систем захисту при оцінці безпеки технічних систем .....	39
<b>Калініна І. О.</b> Побудова байесівських динамічних моделей в просторі станів .....	41
<b>Кондратенко Г. В., Сіденко Є. В.</b> Система навчання ігрових об'єктів на основі штучних нейронних мереж .....	43
<b>Кулаковська І. В.</b> Проектування підсистеми управління розумним будинком.....	46
<b>Скакодуб О. С.</b> Комплекс задач автоматичного керування безпілотними літальними апаратами.....	48
<b>Таранов М. О.</b> Застосування Svelte під час створення користувацьких скриптів .....	50
<b>Трунов О. М., Кошовий В. В.</b> Використання інтегрального індексу якості для оцінки моделі адаптивного інтерфейсу програмного забезпечення .....	53
<b>Khomchenko A., Vorobyova A.</b> Chebyshev-Hermite Polynomials and Geometric Probability .....	56
<b>Хомченко А. Н.</b> Метод скінченних елементів. Історичний аспект .....	60

**Секція  
ТЕХНІЧНІ НАУКИ**

**Підсекція: МОДЕЛІ, МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ  
ПРОГРАМНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

<b>Антіпова К. О.</b> Аналіз цінності інформації для зменшення невизначеності в процесі прийняття рішень .....	62
<b>Боровльова С. Ю., Раєвський О. О.</b> SwiftUI як інноваційний фреймворк створення інтерфейсів для iOS-застосунків .....	64

<b>Волобось М. С., Горбань Г. В.</b> Програмне забезпечення для відстеження успіху тренування спортсменів .....	67
<b>Кірей К. О.</b> Віртуалізація великих даних .....	70
<b>Гончарова Н. В., Коваленко І. І.</b> Деякі задачі та методи прогнозування й управління формуванням контингенту студентів у ЗВО .....	72
<b>Фісун М. Т., Фаленкова М. В.</b> Знаходження дистанції Дамерау-Левенштейна при реалізації передбачення .....	74

**Підсекція: АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА  
КОМП'ЮТЕРНО-ІНЖЕНЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ**

<b>Клименко Л. П., Прищепов О. Ф., Щесюк О. В.</b> Автоматизація керування процесом лиття вакуумним всмоктуванням .....	78
<b>Клименко Л. П., Дихта Л. М., Андрєєв В. І., Прищепов О. Ф.</b> Про автоматизацію технологічного процесу виготовлення циліндричних оболонок методом відцентрового лиття в металевий кокіль .....	79
<b>Куза Р. С., Запальський В. М.</b> Симуляція діагностики бортової мережі автомобіля адаптером ELM 327 за допомогою Arduino .....	81
<b>Пулашкін В. Ю., Запальський В. М.</b> Вдосконалення автоматизованого комплексу з перетворення сонячної радіації .....	83
<b>Тимко Д. О., Запальський В. М.</b> Розробка та дослідження засобів автоматизації сортування об'єктів .....	86
<b>Скороїд М. Ю., Кубов В. І.</b> Інтеграція засобів дистанційно-візуального контролю до SCADA системи на базі LABVIEW DSC .....	89
<b>Сідєлев М. І., Петрова А. О.</b> Проблеми автоматизації керування промисловими паровими котлами .....	91
<b>Альонушкіна Т. Й., Трунов О. М.</b> Організація процесу віддаленого моніторингу стану пацієнта з використанням сучасних вебтехнологій .....	93
<b>Ткаченко П. І., Трунов О. М.</b> Розвиток методів та засобів створення ділянок автоматизованих переробних підприємств .....	97

<b>Льговський А. С., Щесюк О. В.</b> Автоматизована система адаптації мікроклімату для «розумної» теплиці.....	99
<b>Щесюк О. В., Щербак Ю. Г., Прищепов О. Ф.</b> Практичні рекомендації для систем кондиціонування і вентиляції повітря по боротьбі з корона вірусом .....	101
<b>Пономаренко А. О., Нездолій Ю. О.</b> Можливості застосування хмарних та безсерверних обчислень у e-banking сервісах .....	103



# ДЛЯ НОТАТОК

---

# ДЛЯ НОТАТОК

---

---

Технічний редактор, комп'ютерна верстка *Н. Кардаш*.  
Друк *С. Волинець*. Фальцювальню-палітурні роботи *О. Мішалкіна*.

Підп. до друку 24.05.2021.  
Формат  $60 \times 84^{1/16}$ . Папір офсет.  
Гарнітура «Times New Roman». Друк ризограф.  
Ум. друк. арк. 6,51. Обл.-вид. арк. 4,73.  
Тираж 30 пр. Зам. № 6262.

Видавець і виготовлювач: ЧНУ ім. Петра Могили.  
54003, м. Миколаїв, вул. 68 Десантників, 10.  
Тел.: 8 (0512) 50–03–32, 8 (0512) 76–55–81, e-mail: rector@chmnu.edu.ua.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6124 від 05.04.2018.

**АДРЕСА ОРГКОМІТЕТУ:**

# **ОЛЬВІЙСЬКИЙ ФОРУМ – 2021:**

**СТРАТЕГІЇ КРАЇН ПРИЧОРНОМОРЬСЬКОГО РЕГІОНУ  
В ГЕОПОЛІТИЧНОМУ ПРОСТОРИ**

## **XV Міжнародна наукова конференція**

Чорноморський національний університет  
імені Петра Могили,  
вул. 68 Десантників, 10,  
м. Миколаїв, 54003, Україна

Тел.: 8 (0512) 50–03–32,

8 (0512) 76–55–81,

8 (0512) 76–55–99,

факс: 50–00–69, 50–03–33,

E-mail: [avi@chmnu.edu.ua](mailto:avi@chmnu.edu.ua), [rector@chmnu.edu.ua](mailto:rector@chmnu.edu.ua)

