

*Міністерство освіти і науки України  
Департамент освіти і науки Запорізької міської ради  
Запорізький національний університет  
Математичний факультет  
Рада молодих вчених  
Дніпровський національний університет ім. О. Гончара*

***Дванадцята Всеукраїнська,  
дев'ятнадцята регіональна наукова  
конференція молодих дослідників***

**«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ  
МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ»**

***Збірка тез доповідей***

29–30 квітня 2021 року,  
м. Запоріжжя



Видавничий дім  
«Гельветика»  
2021

**Організаційний комітет:**

**Голова оргкомітету:**

Фролов М. О., д.і.н., професор, ректор.

**Співголови оргкомітету:**

Васильчук Г. М., д.і.н., професор, проректор з наукової роботи;

Чопоров С. В., д.т.н., доцент, професор кафедри програмної інженерії.

**Заступники голови:**

Кондрат'єва Н. О., к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри прикладної математики і механіки, заступник декана з виховної роботи;

Кудін О. В., к.ф.-м.н., доцент кафедри програмної інженерії;

Леонтьєва В. В., к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри прикладної математики і механіки, заступник декана з наукової роботи.

**Члени оргкомітету:**

Борю С. Ю., к.т.н., доцент, завідувач кафедри комп'ютерних наук;

Гоман О. Г., д.ф.-м.н., професор, професор кафедри аерогідромеханіки та енергомасопереносу Дніпровського національного університету ім. О. Гончара;

Гоменюк С. І., д.т.н., професор, декан математичного факультету;

Гребенюк С. М., д.т.н., доцент, завідувач кафедри фундаментальної математики;

Гришак В. З., д.т.н., професор, завідувач кафедри прикладної математики і механіки;

Дзюба А. П., д.т.н., професор, професор кафедри теоретичної та комп'ютерної механіки Дніпровського національного університету ім. О. Гончара;

Зіновєєв І. В., к.ф.-м.н., доцент, завідувач кафедри загальної математики;

Лісняк А. О., к.ф.-м.н., доцент, завідувач кафедри програмної інженерії;

Манько Н. І.-В., к.ф.-м.н., старший викладач кафедри програмної інженерії;

Романчук С. Ю., директор департаменту освіти і науки Запорізької міської ради;

Спиця О. Г., к.ф.-м.н., доцент кафедри загальної математики, заступник декана з навчальної роботи;

Циммерман Г. А., старший викладач кафедри комп'ютерних наук, заступник декана з профорієнтаційної роботи

- A43 **Актуальні проблеми математики та інформатики** : збірка тез доповідей Дванадцятої Всеукраїнської, дев'ятнадцятої регіональної наукової конференції молодих дослідників. – Запоріжжя : Видавничий дім «Гельветика», 2021. – 136 с.

ISBN 978-966-992-554-1

Наведені тези доповідей Дванадцятої Всеукраїнської, дев'ятнадцятої регіональної наукової конференції молодих дослідників «Актуальні проблеми математики та інформатики», яка відбувалася 29–30 квітня 2021 року в Запорізькому національному університеті Міністерства освіти і науки України.

Тези являють собою узагальнені матеріали науково-дослідницьких та навчально-методичних робіт школярів, студентів та аспірантів України. Особлива увага приділяється актуальним проблемам математики, математичного моделювання, інформатики, а також шляхам їх вирішення. Розглядаються різні аспекти застосування обчислювальної техніки в наукових дослідженнях.

УДК 51+004(063)

© Запорізький національний університет

© Рада молодих вчених

ISBN 978-966-992-554-1

© Дніпровський національний університет ім. О. Гончара

## **СЕКЦІЯ 1**

### **ІНФОРМАТИКА ТА НОВІТНІ КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ**



УДК 004

## РОЗРОБКА САЙТУ ITHELP З ДИНАМІЧНИМ КОНТЕНТОМ З ВИКОРИСТАННЯМ WORDPRESS

*Александр Д. Е., студент; Тітова О. О., к.т.н., доцент  
Запорізький національний університет*

В наш час сайти стали невід’ємною частиною переважної більшості людей, адже саме в мережі ми проводимо чималу частину свого життя. Але не кожна людина здатна створити сайт.

Створення сайтів дуже довгий і кропіткий процес, який може затягнутися в залежності від бажаного результату. Для того щоб полегшити цей процес і зробити його швидше, був створений Wordpress. Wordpress – система керування вмістом сайту з відкритим вихідним кодом. З його допомогою навіть людина далека від web розробки, може спробувати створити свій унікальний сайт. Але для створення якісного сайту, звичайній людині доволі часто доводиться звертатись до фахівця в цій галузі.

Найпоширеніший вид сайтів – Блог. Блог – це web-сайт, основний вміст якого – регулярно додані людиною записи, що містять текст, зображення або мультимедіа. Такий сайт реалізовано в цьому проекті.

Функціонал даного типу сайтів:

- створення блогів і додавання в них контенту;
- можливість повного доступу до всіх візуальних елементів сайту, з метою редагування.

На такому сайті досить просто змінювати контент і створювати новий. Більш того все вище написане можна зробити навіть зі смартфона, в будь-якій точці світу, головне мати стабільний доступ до інтернету.

Для реалізації функціоналу знадобились такі технології:

- Wordpress/PHP;
- HTML/CSS;
- JavaScript/JQuery.

Результатом даної роботи є сайт, який дає можливість ділитись своєю інформацією з усім світом.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Wordpress. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/WordPress>

УДК 004

## ОГЛЯД ТА ПОРІВНЯННЯ РЕЛЯЦІЙНИХ ТА NOSQL СКЕД

*Барнаш М. І., студентка; Лісняк А. О., к.ф.-м.н., доцент  
Запорізький національний університет*

Накопичення та обробка великої кількості інформації є однією з проблем, що характерна сучасному світу. Як наслідок, існує досить велика кількість методів та засобів для розв’язання даної проблеми. Одним з ефективних засобів обробки великих масивів даних є обчислювальна техніка та системи керування базами

даних – СКБД. Оскільки, як апаратне так і програмне забезпечення постійно вдосконалюється та розвивається, часто постає проблема вибору збалансованої обчислювальної системи для розробки тієї чи іншої інформаційної системи. Тобто, правильно обрана СКБД суттєво впливає на подальший розвиток, можливість вдосконалення та масштабування інформаційної системи в цілому. Таким чином, метою роботи є огляд та порівняння двох типів СКБД та визначення типових критеріїв їх використання.

Реляційні СКБД (або РСКБД) – це системи, в яких інформація представлена у вигляді пов'язаних таблиць. У стовбцях зберігаються певні типи даних, у комірках – значення атрибутів, у строках – зв'язний набір даних певної сутності. Кожний запис має унікальний первинний ключ, а зовнішнім ключем можна зв'язати записи з декількох таблиць [2; 5; 7].

Найбільш відомими РСКБД є MySQL, PostgreSQL, SQLite, Microsoft SQL Server тощо [7].

NoSQL СКБД (або нереляційні СКБД) – це системи, що забезпечують керування нереляційними базами даних. На відміну від РСКБД, ці системи не зберігають дані у таблицях, а використовують моделі, що оптимізовані під вимоги типу даних [3].

Найбільш відомими нереляційними СКБД є MongoDB, CouchDB, Redis, Cassandra тощо [4,6].

Для зручності сприйняття, порівняння РСКБД та NoSQL СКБД буде представлено у вигляді таблиці.

Характеристика	Тип СКБД	
	<i>Реляційні СКБД</i>	<i>NoSQL СКБД</i>
Модель	Реляційна	Безмоделний підхід
Форма представлення даних	Таблиці	Документи, пари «ключ-значення», граfi, стовпці тощо
Нормалізація	6 нормальних форм	Ненормалізовані дані
Концепція транзакцій	ACID	BASE
Запити	SQL	Власне API
Масштабованість	Вертикальна	Вертикальна та горизонтальна
Продуктивність	Залежить від обчислювальної потужності серверу	Залежить від розміру кластеру базового апаратного забезпечення, затримки мережі та визиваючого додатку

Таким чином, можна виділити ситуації, в яких кращим рішенням буде обрати ту чи іншу СКБД.

Реляційна СКБД є найкращим вибором, коли:

- необхідна система зі чіткими правилами проектування, що базуються на математичному апараті [1];
- важливою є цілісність даних, що забезпечується ключами та обмеженнями;
- існує ймовірність переходу на іншу СКБД, за рахунок стандартизації – використання SQL – це буде досить зручно;

- необхідним є відокремлення доступу до даних від способу їх фізичної організації [2];
- важлива надійність систем, перевірених роками та безліччю користувачів. NoSQL СКБД стане у нагоді, коли:
  - важливим є швидкість обробки інформації;
  - планується швидка розробка – використання таких систем не потребують попередньої чіткої структури до початку роботи [2];
  - необхідним є розподіленість систем;
  - дані не мають визначеної структури або планується її змінення [4];
  - планується швидке збільшення об'єму даних – необхідна система, що зручно масштабується;
  - є бажання використовувати найновіші технології.

Отже, в рамках даної роботи виконано огляд СКБД різних типів та встановлено типові ситуації, у яких використання тієї чи іншої системи управління базами даних є доцільним та забезпечить можливість вдосконалення та масштабування системи у майбутньому.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Тарасов С. В. СУБД для программиста. Базы данных изнутри. Москва : СОЛОН-Пресс, 2015. 320 с.
2. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных, 8-е издание. Москва : Вильямс, 2005. 1328 с.
3. Нереляционные данные и базы данных NoSQL. URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/azure/architecture/data-guide/big-data/non-relational-data> (дата звернення : 18.03.2021).
4. Фаулер М. Прамодкумар Дж. С. NoSQL: новая методология разработки нереляционных баз данных. Москва : Вильямс, 2013. 192 с.
5. Гольцман В. І. MySQL 5.0. Библиотека программиста. Санкт-Петербург : Питер, 2010. 370 с.
6. Редмонд Э., Уилсон Д. Р. Семь баз данных за семь недель. Введение в современные базы данных и идеологию NoSQL. Москва : ДМК Пресс, 2013. 384 с.
7. Фиайли К. SQL: Руководство по изучению языка. Москва : ДМК Пресс, 2019. 451 с.

УДК 004

#### **РОЗРОБКА ПРОГРАМНО-АПАРАТНОГО КОМПЛЕКСУ МОНІТОРИНГУ СЕРЦЕБИТТЯ**

*Барау К., студент; Мухін В. В., к.т.н., доцент;*

*Зіновєєв І. В., к.ф.-м.н., доцент*

*Запорізький національний університет*

Серцево-судинні захворювання є однієї з основних причин смерті в багатьох країнах Крім того, на сьогодні вже кілька мільйонів людей стали інвалідами через серцево-судинні захворювання. Затримка між першим симптомом якої-

небудь серцевої недуги й обігом за медичною допомогою сильно різняться в різних пацієнтів і може мати фатальні наслідки.

Одним з найважливіших висновків, зроблених на основі епідеміологічних даних, є те, що використання ресурсів для раннього виявлення й лікування серцево-судинних захворювань має більш високий потенціал зниження смертності, пов'язаної із серцевими захворюваннями, чому поліпшення медичної допомоги після госпіталізації.

Отже, необхідні нові стратегії, щоб скоротити час до лікування, а своєчасний і постійний моніторинг пацієнтів є одним з можливих рішень.

Для зручного управління різними схемами на відстані за допомогою передачі сигналу в локальну мережу або інтернет через Wi-Fi використовуємо плату NodeMcu на основі модуля ESP8266

Загальна мета роботи – проведення безперервних вимірів життєво важливих функцій пацієнта з метою виявлення інфаркту до того, як він відбудеться, щоб його можна було негайно вилікувати.

Для вимірювання імпульсів електричної активності серця використовується датчик серцевого ритму AD8232, сигнали якого обробляються за допомогою плати NodeMcu. У реальному часі можливо виводити обмірювані дані у середовищі arduino ide – монітор порту. Також є можливість за допомогою плоттера послідовного з'єднання отримувати графік ЕКГ. В роботі також розглядається можливість передавати дані в Excel.

Дана робота може використовуватися в лікарнях, а також для пацієнтів, які можуть перебувати під постійним спостереженням під час поїздки з місця на місце.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Nodemcu Lua Wi-Fi на Esp8266. URL: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-moduli/nodemcu-lua-wi-fi-na-esp8266/>
2. Подключение датчика сердечного ритма AD8232, кардиограмма на Arduino. URL: [http://www.electronica52.in.ua/proekty-arduino/arduino\\_ad8232](http://www.electronica52.in.ua/proekty-arduino/arduino_ad8232)
3. Шварц Марко. Интернет вещей с ESP8266. Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2018. 192 с.
4. Белов А. В. ARDUINO. От азов программирования до создания практических устройств. Наука и Техника, 2018. 480 с.
5. Макросы Excel – Макросы в одной книге. URL: <https://coderlessons.com/tutorials/bolshie-dannye-i-analitika/izuchite-excel-makrosy/makrosy-excel-makrosy-v-odnoi-knige>

УДК 004.946

### **МЕТОДИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ У ВІРТУАЛІЗАЦІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ СТАНУ ОБ'ЄКТІВ КОСМІЧНОЇ ТЕХНІКИ**

*Бартенєв А. О., аспірант  
Запорізький національний університет*

Одним з найбільш актуальним напрямів зменшення вартості виробництва космічної техніки є віртуалізація випробувань у процесі проектування. Класичні методи проектування техніки ґрунтуються на багаторазових експериментах на



зразках продукції для встановлення міцності, допустимих умов експлуатації тощо. Такі експерименти є вельми вартісними. Так, експериментальне дослідження експлуатаційних характеристик, наприклад, відеіку ракети потребує виробництво зразка та доведення його до руйнування поетапним навантаженням. Отже, актуальним напрямом є розробка методів віртуалізації досліджень стану об'єктів космічної техніки для зменшення кількості або повного усунення руйнівних експериментів.

Методи машинного навчання поєднують засоби та підходи щодо створення математичних моделей шляхом аналізу даних. Класичні методи математичного моделювання потребують побудови математичної моделі об'єкта, її дискретизації та проведення обчислювального експерименту. Їх суттєвим обмеженням є необхідність зміни моделі у випадках коли змінюється геометричні та/або механічні характеристики об'єкту. Методи машинного навчання дозволяють виконувати адаптацію алгоритму до даних.

УДК 004.031

### **РОЗРОБКА ВЕБ-ДОДАТКУ ДЛЯ ПОШИРЕННЯ ІДЕЙ МАШИННОГО НАВЧАННЯ СЕРЕД КОРИСТУВАЧІВ ІНТЕРНЕТУ**

<sup>1</sup>Бердюк К. В., учениця; <sup>2</sup>Циммерман Г. А., старший викладач  
<sup>1</sup>Запорізька гімназія № 28; <sup>2</sup>Запорізький національний університет

Машинне навчання — метод аналізу даних, який автоматизує побудову аналітичної моделі [1]. Його відносять до штучного інтелекту (ШІ). Воно буде корисним під час аналізу ситуацій, стосовно яких накопичені пакети даних. Наприклад, прогнозування назви кухні за рецептами страв, знаходження вирішального фактору для класифікації рослин, визначення найбільш уразливої групи населення до серцево-судинних захворювань та ін.

Сучасне життя, коли час на прийняття рішення для конкретної ситуації обмежується, кожній людині необхідно вміти швидко аналізувати великі обсяги інформації. Але існує мало готових до використання засобів з убудованим ШІ, в якому реалізовано машинне навчання. Звісно, краще з подібними завданнями справляються спеціалісти Computer Science, але не завжди є можливість звернутися до них по допомогу.

Таким чином, було поставлено завдання дослідницького проєкту:

- проаналізувати публікації з вказаної галузі прикладної інформатики;
- зрозуміти основні характеристики математичних моделей, що використовують ШІ для аналізу даних;
- ознайомитись із програмними засобами схожого призначення;
- обравши одну з моделей, реалізувати її у формі програмного додатку;
- виконати тестування продукту;
- вбудувати додаток до сайту;
- підготувати інструкцію з користування і всім цим сприяти поширенню знань про можливості ШІ та технологію машинного навчання.

Використавши інструментальні засоби Python, Django, SQLite, HTML та CSS, автори розробили прототип програми з технологією Random Forest, що може

навчатися на датасетах користувача. Завдяки цій програмі користувач зможе дізнатися фактори, що найбільше впливають на об'єкт, заданий набором даних.

Роботу було розглянуто на конкурсі учнівських дослідницьких робіт членів Малої Академії Наук і отримано позитивні відгуки.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Черкасов Д. Ю., Иванов В. В. Машинное обучение. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mashinnoe-obuchenie> (дата звернення 13.12.2020).
2. Полетаева Н. Г. Классификация систем машинного обучения. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-sistem-mashinnogo-obucheniya> (дата звернення 31.01.2021).

УДК 375.5.016:62/64:004

### **АКТУАЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ОНЛАЙН СЕРВІСІВ ДЛЯ РОЗРОБКИ ІНТЕРАКТИВНИХ ВПРАВ ДЛЯ УРОКІВ ОБСЛУГОВУЮЧОЇ ПРАЦІ**

*Біленко І. В., студентка; Пиєнична О. С., к.пед.н., доцент  
Запорізький національний університет*

Постановка проблеми. В умовах сьогодення, коли розвиток технологічного прогресу підвищує свої темпи до рекордних значень, коли інформаційні технології стають базисом для побудови соціальних взаємодій, роботи компаній і державних установ, впровадження сучасних технологій в освітній процес молодшого покоління стає життєвою необхідністю для підтримки нормальної життєдіяльності соціуму і окремих його частин.

Стан описаної проблеми напряду спирається на мотивацію вчителів і адміністративних органів окремих шкіл, так як на державному рівні подібного роду впровадження не закріплені і не вимагаються. Спираючись на вищесказане, можна зробити висновок про високу актуальність дослідження та розроблення рекомендацій щодо використання існуючих сервісів для розробки інтерактивних вправ на уроках обслуговуючої праці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Інтерактивні вправи на уроках обслуговуючої праці, як механізм заохочення учнів до активної роботи і навчання, в останній час стрімко завойовує популярність серед мотивованих педагогів і має високу доцільність, яка обґрунтовується необхідністю введення новітніх технологій для підвищення зацікавленості учнів.

Дослідженню цих питань присвячені роботи таких авторів: Пометун О., Пироженко Л., Комар О., Букатов В., Ершова А., Джонсон Д., Джонсон Р., Джонсон-Холубек Е.

Викладення основного матеріалу. Інтерактивні вправи – це частина заняття (шкільного уроку), яка використовується з метою засвоєння вивченого матеріалу та досягнення певних результатів навчання учнями [1].

Основою діяльнісного підходу є інтерактивні вправи та завдання, які виконуються учнями. Основна їх відмінність від звичайних в тому, що вони спрямовані не тільки і не стільки на закріплення вже вивченого матеріалу,

скільки на вивчення нового. Сучасна педагогіка багата цілим арсеналом методів, серед яких можна виділити наступні:

- творчі завдання;
- робота в малих групах;
- робота в парах;
- навчальні ігри (рольові, імітації, ділові та освітні);
- використання суспільних ресурсів (запрошення фахівця, екскурсії);
- соціальні проекти та інші позааудиторні методи навчання (змагання, радіо і газети, фільми, вистави, виставки, вистави, пісні та казки);
- розминки;
- вивчення і закріплення нового матеріалу (інтерактивна лекція, робота з наочними посібниками, відео- і аудіоматеріалами, «учень в ролі вчителя», «кожен навчає кожного», мозаїка (ажурна пилка), використання запитань, Сократичний діалог);
- обговорення складних і дискусійних питань і проблем («Займи позицію (шкала думок)», ПОПС-формула, проектні техніки, «Один – удвох – все разом», «Зміни позицію», «Карусель», «Дискусія в стилі телевізійного ток-шоу», дебати, симпозіум);
- розв’язання проблем («Дерево рішень», «Мозковий штурм», «Аналіз казусів», «Переговори і медіація», «Сходи і змійки»);
- кейс-метод;
- презентації.

Провідними ознаками інтерактивної взаємодії є:

**Багатоголосся.** Це можливість кожного учасника освітнього процесу мати свою індивідуальну точку зору з будь-якої проблеми, що розглядається.

**Діалог.** Діалогічність спілкування педагога і учнів передбачає їх вміння слухати і чути один одного, уважно ставитися один до одного, надавати допомогу у формуванні свого бачення проблеми, свого шляху вирішення завдання.

**Розумова діяльність.** Вона полягає в організації активної розумової діяльності педагога і учнів. Чи не трансляція педагогом в свідомість учнів готових знань, а організація їх самостійної пізнавальної діяльності.

**Змістотворчість.** Це процес усвідомленого створення учнями і педагогом нових для себе смислів з досліджуваної проблеми. Цей вислів свого індивідуального ставлення до явищ і предметів життя.

- Свобода вибору.
- Створення ситуації успіху. Провідні умови для створення ситуації успіху – позитивне й оптимістичне оцінювання учнів.
- Рефлексія. Це самоаналіз, самооцінка учасниками педагогічного процесу своєї діяльності, взаємодії.

Під творчими завданнями ми будемо розуміти такі навчальні завдання, які вимагають від учнів не простої відтворення інформації, а творчості, оскільки завдання містять більший чи менший елемент невідомості і мають, як правило, кілька підходів [2]. Творче завдання становить зміст, основу будь-якого інтерактивного методу. Творче завдання (особливо практичне і близьке до життя того, хто навчається) надає сенс навчання, мотивує учнів [3].

Невідомість відповіді і можливість знайти своє власне «правильне» рішення, засноване на своєму персональному досвіді і досвіді свого колеги, друга, дозволяють створити фундамент для співпраці, співнавчання, спілкування всіх учасників освітнього процесу, включаючи педагога [4]. Вибір творчого завдання сам по собі є творчим завданням для педагога, оскільки потрібно знайти таке завдання, яке відповідало б наступним критеріям:

- не має однозначного і однозначної відповіді або рішення;
- є практичним і корисним для учнів;
- пов'язане з життям (з майбутньою трудовою діяльністю) учнів;
- викликає інтерес в учнів;
- максимально служить цілям навчання.

Висновки. У зв'язку із зростаючою роллю незацікавленості учнів у вивченні обслуговуючої праці, дослідження та розроблення рекомендацій щодо використання існуючих сервісів для розробки інтерактивних вправ на уроках обслуговуючої праці.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Фокин Ю. Г. Преподавание и воспитание в высшей школе. Методология, цели и содержание, творчество. Москва : Издательский центр «Академия», 2002. 224 с.
2. Латышина Д. И. История педагогики. Москва : Гардарики, 2005. 603 с.
3. Радугин А. А. Педагогика. Москва : «Центр», 2002. 255 с.
4. Джонсон Д., Джонсон Р., Джонсон-Холубек Э. Методы обучения. Обучение в сотрудничестве. Санкт-Петербург : Экономическая школа, 2001. 256 с.

УДК 004.77:37.09

### **АКТУАЛЬНІСТЬ МЕТОДИКИ ПРОЕКТНОГО НАВЧАННЯ ІНФОРМАТИКИ В УМОВАХ КАРАНТИННИХ ОБМЕЖЕНЬ**

*Бут І. С., студентка; Пиєнична О. С., к.пед.н., доцент  
Запорізький національний університет*

**Постановка проблеми.** Загальнонаціональний карантин навесні 2020 року призупинив можливість отримати знання очно та показав що ні освітні заклади ні здобувачі освіти не були готові до дистанційного навчання. З'явилися проблеми технічного характеру, недостатня підготовленість педагогів до онлайн-викладання на сучасних платформах і сервісах та гостро постало питання соціалізації учнів які в умовах карантинних обмежень були ізольовані один від одного.

За таких умов, пошук шляхів якісного викладання матеріалу та залучення учнів до дистанційної групової роботи яка б включала в себе активну комунікацію між дітьми – є актуальним освітнім завданням сучасності. На наш погляд саме метод навчальних проектів може бути важливою складовою формування пізнавальної активності та соціалізації учнів у процесі дистанційного навчання.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** В сучасній педагогічній теорії питання педагогічного проектування розглядаються в таких аспектах: загальна теорія педагогічного проектування (В. Безрукова, В. Беспалько, І. Лернер, В. Краєвський); проектування педагогічних систем внутрішньо-шкільного

управління (С. Гільманов, Л. Горбунова, Г. Капто, О. Касьянова, О. Лоренсов, О. Моїсєєв); проектування педагогічних ситуацій для управління навчально-пізнавальною і навчально-творчою діяльністю (Л. Закота, В. Сипченко, Л. Ричкова, К. Яресько). Дослідження проблеми педагогічного проектування аналізуються в працях В. Докучасової, О. Коберника, І. Коновальчука, Т. Подобедової, А. Лігоцького та ін. Велика кількість наукових досліджень, присвячених проблемам проектування, відображена в працях Ю. Громико, О. Заїр-Бека, М. Поташника, Г. Щедровицького, О. Соломатіна, В. Ясвіна, та ін. Зарубіжні науковці розглядають педагогічне проектування як ефективний засіб вирішення освітніх задач (У. Кілпатрік, Д. Джонс, Я. Дітріх, К. Моріс та ін. [1; 2]).

**Мета статті:** теоретичний аналіз особливостей реалізації методики проектного навчання інформатики в умовах карантинних обмежень.

**Виклад основного матеріалу.** При організації проектної діяльності учнів основний посыл ґрунтується на принципах проблемності, науковості, самостійності, особистісної і соціальної значимості. Саме під час виконання запропонованих і методично обґрунтованих навчальних проектів в учнів будуть формуватися навички науково-пошукової діяльності. А це в свою чергу впливатиме на усвідомлене розуміння засвоєння навчального матеріалу [3].

Стимулюючи інтерес до предмета, метод проектів формує правильні уявлення про місце інформатики в житті сучасної людини. В основі методу проектів лежить розвиток пізнавальних навичок учнів, умінь самостійно конструювати свої знання й орієнтуватися в інформаційному просторі [4; 5].

Метод проектів орієнтований на самостійну діяльність учнів: індивідуальну, парну, групову та передбачає вирішення учнями конкретної проблеми протягом певного відрізка часу.

Використовуючи групову форму роботи, в умовах карантинних обмежень учням доводиться вирішувати, окрім освітнього, комунікативне завдання – необхідно дійти загальної думки, намітити й погодити план роботи, виконати його. Буває так, що завдання одне, а варіанти його вирішення залежать від особливостей мислення, бачення світу, міри інформаційної компетентності учня, використання сукупності різних методів і засобів навчання, інтеграції знань і вмінь з різних галузей науки, техніки, технології, творчих областей [5].

Для дистанційної організації проектного навчання інформатики можна використовувати наступні інтерактивні онлайн-дошки: Twiddla, MIRO, Awwapp, IDroo, Whiteboard Fox, Conceptboard, Groupboard, NoteBookCast, Drawchat, Limnu, Ziteboard та ін.

**Висновок.** Таким чином застосування методу проектів під час дистанційного навчання інформатики вносить у навчальний процес принципово нову, у порівнянні із традиційним навчанням, систему співпраці «вчитель-учень», відкриває нові можливості щодо формування пізнавальних інтересів учнів, розвитку їх творчих та інтелектуальних здібностей. В результаті учень виступає в ролі науковця дослідника, що дає йому можливість відчувати свою значимість у навчальній діяльності.

У сучасних умовах розробка навчальних проектів з врахуванням специфіки дистанційного навчання є перспективним напрямком науково-методичних досліджень.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Ісаєва Г. М. Метод проектів – ефективна технологія навчання учнів сучасної школи. *Метод проектів: традиції, перспективи, життєві результати* : практико-орієнтований збірник. Київ : Департамент, 2003. С. 207–211.
2. Фатеева И. А., Канатникова Т. Н. Метод проектов как приоритетная инновационная технология в образовании. *Молодой ученый*. 2013. № 1. С. 376–378. URL: <https://moluch.ru/archive/48/6113/>
3. Минюк Ю. Н. Метод проектов как инновационная педагогическая технология. *Инновационные педагогические технологии*: материалы Междунар. науч. конф. (г. Казань, октябрь 2014 г.). Казань : Бук, 2014. С. 6–8. URL: <https://moluch.ru/conf/ped/archive/143/6151/>
4. Морзе Н. В., Барна О. В., Вембер В. П. Зошит для практичних робіт та проектної діяльності з інформатики. 6 клас : навч. посіб. для загальноосвіт. навч. закл. Київ : Видавничий дім «Освіта», 2014. 48 с.
5. Момот Ю. В. Сучасні підходи до впровадження проектної технології у навчально-виховний процес закладів середньої освіти. *Витоки педагогічної майстерності*. Полтава, 2009. Вип. 6. С. 184–189.

УДК 004.4:658.15

#### ЗАСТОСУВАННЯ WEB-ТЕХНОЛОГІЙ У РЕАЛІЗАЦІЇ KANBAN

Волков В. К., магістр; Горбенко В. І., к.ф.-м.н., доцент  
Запорізький національний університет

Серед різноманіття сучасних методологій управління проектами Kanban займає особливе місце тому, що характеризується певною гнучкістю, завдяки якій може поєднуватись з іншими методологіями в корпоративних інформаційних системах. До робочих процесів у команді розробників Kanban додає прозорість та сфокусованість, а незавершені задачі не простоюють і рухаються командою вздовж ланцюга реалізації проекту. Застосування для реалізації методології Kanban web-технологій має практичне значення тому, що дозволяє створювати системи управління проектами, в яких клієнтська частина представляється звичайним Інтернет-браузером.

При розробці підсистеми Kanban вважалося, що її необхідно реалізувати у вигляді віртуальної дошки з поділом на стовпчики: «Цілі», «Черга задач», «Дизайн», «Розробка», «Тестування», «Розгортання», «Виконано». Стовпчик «Цілі» призначено для задач, що потребує пришвидшення виконання. У стовпці «Черга задач» зберігаються задачі, які можна виконувати – угорі міститься задача з найвищим пріоритетом. Стовпець «Дизайн» призначено для задач, дизайн інтерфейсу яких ще не вирішений. У стовпці «Розробка» задачі знаходяться до тих пір, доки розробку додатка чи блока не буде завершено. По завершенню розробки задача пересувається до наступного стовпця, але якщо з'являється необхідність у суттєвих правках то вона може бути повернута до попереднього стовпця. У стовпці «Тестування» задача знаходиться упродовж тестування. При виявленні помилок вона повертається до попереднього стовпця «Розробка», а у разі проходження усіх тестів – пересувається

до стовпця «Розгортання». Цей стовпець призначено для задач, що приймають участь у збірці проекту, процес якого суттєво залежить від типу проекту. Останній стовпець вміщує усі виконанні задачі.

Розробку додатку виконано з використанням фреймворку Vue.js. До основних властивостей додатку слід віднести наступне:

1) на одній дошці можуть розміщуватись як невеликі, так і значні проекти з великою кількістю карток;

2) картки можна переміщувати не тільки горизонтально по стадіям виконання, але і по вертикалі для зміни їх пріоритету;

3) для певної задачі може бути призначено окремого виконавця або декількох виконавців.

Впровадження проекту дозволить підвищити ефективність роботи ІТ команди, підвищити якість її роботи та мінімізувати витрати їх часу. При подальшому розвитку системи передбачається створення додаткової функціональності, пов'язаної з призначенням виконавців задач на кожному етапі розробки та підсистеми контролю робіт.

УДК 004.031.4

### **РОЗРОБКА ВЕБ-САЙТУ «ВАНТАЖНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ» З ВИКОРИСТАННЯМ WORDPRESS**

*Гапонов Д. О., студент; Стреляєв Ю. М., к.ф.-м.н., доцент  
Запорізький національний університет*

Перевезення вантажів – це щоденна необхідність для багатьох фірм і приватних осіб. Кожній людині може знадобитися перевезти певний вантаж з одного міста в інше. І якщо це відстань велика, то самостійно здійснити операцію неможливо. Адже для перевезення потрібен спеціальний транспорт, отже потрібно замовити вантажний автомобіль в транспортній компанії яка надає свої послуги вантажних перевезень і з їх допомогою швидко, надійно перевезти вантаж в потрібне вам місто.

У роботі були поставлені наступні задачі: проаналізувати існуючі сайти і їх основні функції; розробити веб-сайт з цієї тематики, використовуючи систему керування вмістом WordPress; доповнити систему особливими функціями, які б відрізняли наш сайт від вже існуючих.

Під час виконання дослідницького проекту проаналізовано багато сайтів компанії, які пропонують вантажні перевезення, визначено основні їх функції і як взагалі має виглядати сайт підприємства, що займається вантажними перевезеннями.

На основі проаналізованого матеріалу та власних ідей розроблено веб-сайт «Вантажні перевезення», який реалізовано з допомогою плагінів WordPress, таких як:

- Starter template – для початкової теми;
- Elementor – редактор теми;
- Smart Slider 3 – слайдери сторінки;
- Popup Maker – для PopUp вікон;
- Essential Addons for Elementor, Happy Elementor Addons – додаткові елементи, блоки для збільшення функціоналу сайту.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Williams B., Damstra D., Stern H. Professional WordPress: design and development. John Wiley & Sons, 2015. 456 p.
2. Messenlehner B., Coleman J. Building Web Apps with WordPress: WordPress as an Application Framework. O'Reilly Media, 2019. 546 p.

УДК 372.862

## ДЕМОНСТРАЦІЯ ПІДХОДІВ ДО ВИВЧЕННЯ АЛГОРИТМІЗАЦІЇ

*Гаращенко А. Є., учениця; Гаращенко А. П., вчитель  
Комунальний заклад «Опорний заклад загальної середньої освіти «Сузір'я»  
Оріхівської міської ради Запорізької області*

Сучасна шкільна програма з інформатики передбачає 40% навчального часу в 5–7 класі відведено на вивчення розділу «Алгоритми та програми», в межах якого не завадить продемонструвати основні алгоритмічні структури та приділити увагу комп'ютерним програмам [2]. А втім підходи до вивчення алгоритмізації на основі дитячих середовищ програмування [3; 4], та до використання мов програмування суттєво відрізняється [1].

Перевіряючи можливість навчальних середовищ, як Scratch, Blockly, kodetu.org, *App Inventor* та курсів на Code.org. та порівнюючи з наслідками дослідження основ програмування мовою Python 2.7.15. Розробки написані мовою Python реалізували рішення прикладних задач з математики, що пов'язані з обрахунками периметрів, площ. *App Inventor* – візуальне середовище для розробки android-додатків, яке потребує найменших знань програмування, аналогічний популярній мові Scratch (Рис. 1).

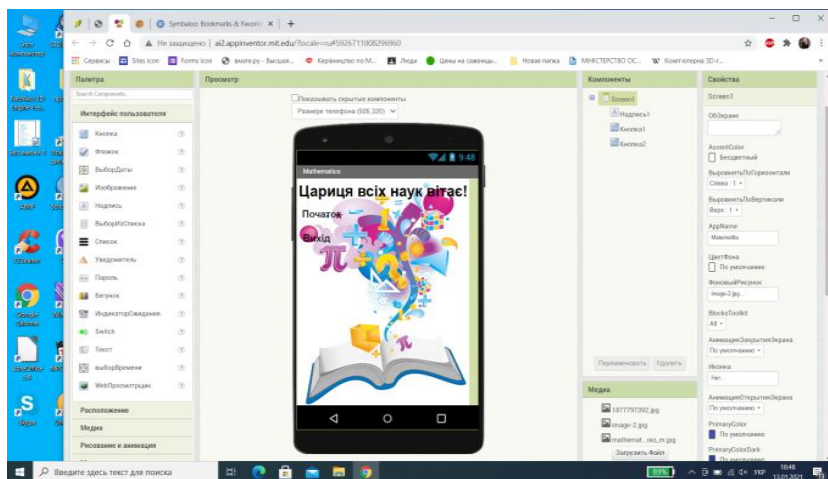


Рисунок 1 – Додаток за допомогою сервісу MIT App Inventor



Kodu – це візуальне середовище для створення ігор без програмування, орієнтоване на дитячу і підліткову аудиторію. Kodu є інтерактивною грою, в якій можна створювати свої світи із запропонованих блоків. Доступні понад 200 стандартних сценаріїв і базових ігрових елементів. Є редактор ландшафту і світів довільної форми і розміру, редактор ігрової поведінки, 20 різних персонажів з різними здібностями. Діти можуть грати і розвиватися одночасно: вивчати математику, геометрію та інші важливі наукові аспекти. Враховуючи оформлення та інтерфейс цієї програми, вікові особливості учнів, рекомендується включати роботу з Kodu на уроках з 4 класу [3] (Рис 2.).

За допомогою Omnifix можна зробити яскравими та продуктивними багато уроків з різних предметів: літератури, мови, математики, природи тощо. Пазли, аналітичні завдання і лічилки можна застосувати не тільки на уроках «Робота з розвивальними програмами», а й під час опанування інших тем або проведення уроків повторення.

Види діяльності: асоціації; оформлення елементів на карті або схемі; підрахунок діяльності; головоломки...

Особливими є налаштування: Omnifix описані в XML-файлах. Таким чином, ви можете змінити або створити свою власну діяльність без необхідності вносити зміни в програму (Рис 3.).



Рисунок 2 – Середовище Kodu

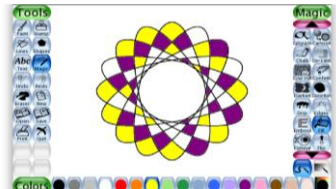


Рисунок 3 – Середовище Omnifix

Отже, використання інтерпретованої мови програмування є ефективним підходом до навчання інформатики з підсиленням міжпредметних зв'язків інформатики з іншими предметами в умовах запровадження STEAM-освіти.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Базурін В. М. Середовища програмування як засіб навчання учнів основ програмування. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2017, Том 59, № 3. URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/download/1601/1187>
2. Інформатика, інформаційні системи та технології 167 2. Навчальні програми для 5-9 класів. Міністерство науки і освіти України. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalnaserednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas>
3. Савчук О. Є., Савчук Л. Є. Середовище Scratch (на допомогу вчителю : методичний посібник. Хмельницький – 2017. URL: <https://school756882885.files.wordpress.com/2018/02/d181d0b5d180d0b5d0b4d0bed0b2d0b8d189d0b5-scratch.pdf>
4. Самойленко Н., Семко Л. Методичні підходи до вивчення інформатики в основній школі. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. Кропивницький – 2017. URL: <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/NZPMFMT0/article/view/538>

УДК 378.147

## **ВИКОРИСТАННЯ YOUTUBE У РОБОТІ ВЧИТЕЛЯ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ**

*Гостєва П. Р., студентка; Циммерман Г. А., старший викладач  
Запорізький національний університет*

Держава декларує[1; 2], що провідними тенденціями української освітньої системи мають бути особистісно-орієнтований підхід, діджиталізація та новаторський підхід вчителів до організації навчання. Сучасний вчитель за допомогою ІКТ може готувати інтерактивні презентації, ігри, оригінальні завдання та керувати роботою учнів. Однак, не всі види діяльності є завжди доречними, тому вчителю необхідно, аналізуючи зміст уроку, вікові та психологічні особливості дітей, підбирати найбільш ефективні форми, методи та засоби навчання. Крім того, нові проблеми організації навчального процесу виникли в умовах карантину, коли вчителі мали підлаштовувати роботу на уроці під дистанційне навчання. Питання, які необхідно розв'язати: Як одночасно цікаво подати матеріал, підвищувати мотивацію учнів до навчання, якісно та ефективно його донести?

Ці питання змушують звернути увагу на наступні аспекти:

1. Необхідно підібрати такі засоби і форми навчання, які б заохочували учня.

2. Важливо розуміти доцільність засобів навчання, аби запобігти розсіюванню уваги та відволіканню від сутності навчання на користь форм.

Зручним та доступним інструментом, здатним задовольнити наявні потреби є ІКТ, а саме – програми та онлайн-сервіси для створення інтерактивних завдань. Для дистанційного синхронного навчання зручно використовувати такі онлайн-сервіси як Learning apps, Quizziz, Flipity, ClassDojo. Однак, із практики відомо, що такі види діяльності добре підходять для початкових класів та уроків ознайомлення із теорією, але коли ми маємо справу із середніми та старшими класами, виникають складності [3].

Як альтернативу вищезгаданним засобам, роблячи акцент на сумісність із дистанційним навчанням, для середніх та старших класів ми рекомендуємо використовувати можливості YouTube. Використання цього сервісу відрізняється від інших варіантів щільним насиченням матеріалу змістом, можливістю детального розгляду матеріалу з мінімальними витратами часу та інформації через відволікання уваги від головного. До того ж, перевагою для вчителя є відсутність необхідності дублювання матеріалу для різних класів, адже є можливість використовувати навчальні відеоролики багаторазово.

Звісно, YouTube як засіб навчання має недоліки: мінімальний фідбек, небезпека порушення авторського права, а також те, прямо не підходить для організації інтерактиву на уроці. Ці негаразди можливо усунути, користуючись додатковими функціями YouTube, розробляючи і прикріплюючи додаткові завдання до відео та ознайомившись із питанням захисту авторських прав [4; 5].

Отже, роблячи підсумок, варто зауважити, що для великого об'єму матеріалу, який потребує детального розгляду, використання YouTube як засобу навчання є ефективним та доцільним, адже має можливості зробити навчальний матеріал концентрованим, вичерпним та зручним для індивідуального сприймання. Однак

варто використовувати й інші засоби навчання, бо саме у комплексі різноманітних видів діяльності процес навчання стає гармонійним та повноцінним.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про освіту». Відомості Верховної ради України. 2019. ст. 6.
2. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти : затв. постановою Кабінету Міністрів України від 21 лютого 2018 р. № 87 (Офіційний вісник України, 2018 р., № 19, ст. 637; 2019 р., № 62, ст. 2156).
3. EduNeo – Кращі онлайн-сервіси для створення навчальних ігор та ігрових вправ. URL: <https://www.eduneo.ru/4916-2/> (дата звернення: 2.03.2021).
4. Дослідження комплексного застосування інтерактивних засобів навчання URL: [https://ivo.kneu.edu.ua/ua/dosl\\_glot/projects\\_sglot/proj\\_soit/interaktiv/](https://ivo.kneu.edu.ua/ua/dosl_glot/projects_sglot/proj_soit/interaktiv/) (дата звернення: 5.03.2021).
5. Авторське право на YouTube. URL: <https://www.youtube.com/intl/ru/about/copyright/#support-andtroubleshooting> (дата звернення: 5.03.2021).

УДК 004.9

#### **ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ KERBEROS АУТЕНТИФІКАЦІЇ В WINDOWS LSA-СЕРВІСАХ**

*Данчук І. А., студентка магістратури; Борю С. Ю., к.т.н., доцент  
Запорізький національний університет*

Протокол Kerberos є результатом значного поліпшення технологій автентифікації [1]. Він використовує надійну криптографію і сторонню авторизацію квитків, щоб мінімізувати ризик інцидентів кібербезпеки.

Метою даної роботи є отримання параметрів для виклику API функцій, на основі розгляду документації [2], та аналіз відповідей отриманих від API LSA-Service, надання можливості застосування debug, для більш глибокого розуміння використання LSA API.

В роботі наводиться перелік корисних порад щодо виконання перевірки автентичності Kerberos з використанням API Local Security Authority (LSA) на основі нашого власного досвіду.

Створений додаток складається з двох частин: серверної та клієнтської. Для реалізації поставленої задачі застосовували патерни стратегію та декоратор. І хоч на системні виклики unit-тести не пишуть, в нашому проєкті вони будуть використовуватися завдяки тому, що їх застосування буде відбуватися без системних викликів. Здійснення цього буде реалізовано через інтерфейси, які дозволять нам створити на системні виклики Mock-обгортки.

Проєкт розбивається на бібліотеки, що дозволить при необхідності використовувати тільки частини даного проєкту в інших незалежних розробках. Особливістю роботи є поєднання як низькорівневого (праця з простими вказівниками та пам'яттю), так і високорівневого програмування.

Результати роботи будуть корисні розробникам, які хочуть реалізувати перевірку вірогідності Kerberos для серверів Windows без використання інтерфейсу постачальника підтримки безпеки (SSPI). Вона спрямована на аудиторію програмістів, які вже мають базові знання про протокол Kerberos і знають, що таке перевірка справжності Kerberos.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Калинина Е. С., Чернышова А. В. Анализ протокола безопасности Kerberos. Донецкий национальный технический университет / Кафедра прикладной математики и информатики. URL: <http://ea.donntu.org:8080/jspui/bitstream/123456789/30545/1/Статья%201.pdf>
2. Технология Kerberos для обеспечения безопасности MOSS 2007. URL: <http://www.osp.ru/win2000/2008/05/5528562/>

УДК 004.6

#### РОЗРОБКА І ПРОЕКТУВАННЯ БАЗИ ДАНИХ «СЕСІЯ»

*Домашенко Д. Г., студент; Швидка С. П., к.ф.-м.н., доцент  
Запорізький національний університет*

Розвиток комп'ютерної індустрії забезпечує можливості створення і широкого застосування власних електронних баз даних для організацій та фірм. Сучасні бази даних характеризуються не тільки великими обсягами даних, а також і високими вимогами до швидкості обробки і передачі даних, їх складної структурної організації, необхідністю задовольняти вимогам багаточисельних користувачів.

Основними задачами проектування баз даних є забезпечення збереження необхідної інформації; зручна та зрозуміла систематизація інформації; можливість отримання всієї необхідної інформації за запитом користувача; скорочення надмірності та дублювання інформації; забезпечення цілісності бази даних.

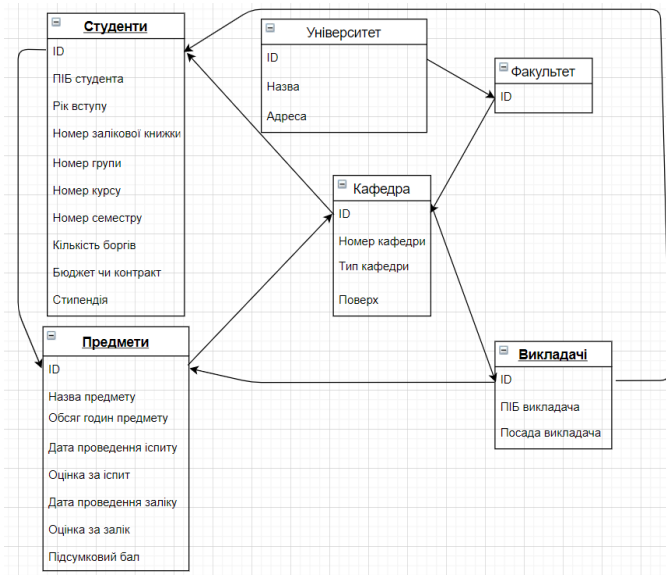


Рисунок 1 – Модель бази даних «Сесія»

Була розроблена база даних «Сесія», яка складається з 6 таблиць (рис. 1) і містить дані про університет, факультети, кафедри, студентів, викладачів, заняття студентів.

За допомогою такої бази даних можна коригувати інформацію про дату сесії та допущених студентів; про дату іспиту; про кількість годин предмета, який вивчається; про студентів, які отримували в сесію з зазначеним номером підвищену стипендію; про студентів, допущених до сесії пізніше зазначеного терміну і які мають кількість боргів більше зазначеного; про студентів, які навчаються за контрактом або на бюджетній формі навчання; про посаду викладачів; про всіх боржників сесії з заданим номером.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Мейер Д. Теория реляционных баз данных. Москва : Мир, 1987. 608 с.

УДК 0048:681.3

### **РОЗРОБКА REACTNATIVE ЗАСТОСУНКУ ОБЛІКУ ОБЛАДНАННЯ ЗАСОБАМИ POSTGRESQL**

*Дребезов Д. О., студент  
Запорізький національний університет*

Метою роботи є створення мобільного кросплатформного застосунку обліку обладнання. Наразі існує певна кількість інструментів для кросплатформного мобільного програмування: Flutter, Ionic, Xamarin, PhoneGap. Для програмної реалізації обрано фреймворк ReactNative та СКБД PostgreSQL, що визначається переліком вимог до мобільного застосунку [1; 2].

Система призначена для обліку обладнання, а саме: додавати, редагувати та видаляти обладнання; додавати, редагувати та видаляти запчастини для обладнання; додавати, редагувати та видаляти тип обладнання; вказувати статус обладнання (на робочому місці, в ремонті, в сервісному центрі); вказувати матеріально відповідальну особу; отримувати список обладнання.

Аналіз вимог до програмного забезпечення. Інтерфейс користувача: інтерфейс повинен бути адаптованим для використання більшості функцій одною рукою; додаток повинен коректно відображати інтерфейс на діагоналях екрану від 4 дюймів до 7.

Функціональні вимоги. Користувачі-адміністратори: додати обладнання; видалити обладнання; додати тип обладнання; видалити тип обладнання; створити матеріально-відповідальну особу; вказати обладнанню матеріально відповідальну особу; створити користувача; видалити користувача. Користувачі не адміністратори: змінювати статус обладнання; переглядати переліки обладнання.

Нефункціональні вимоги: система повинна працювати, як на IOS, так і на Android; система повинна стабільно працювати з великою кількістю записів в базі даних; система повинна стабільно працювати для мінімум 20 одночасних користувачів; система не повинна надавати доступ до інформації для неавторизованих користувачів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Nalwaya A. et al. React Native for Mobile Development. Apress, 2019.
2. Ferrari L. et al. Learn PostgreSQL: Build and manage high-performance database solutions using PostgreSQL 12 and 13. Packt, 2020.

УДК 378.147

### **ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГІЙ НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ**

*Дугієнко О. Е., студент; Циммерман Г. А., старший викладач  
Запорізький національний університет*

Інформатика відноситься до шкільних предметів, які постійно розвиваються та вдосконалюються, змінюються методи його вивчення. Одним із таких методів є використання у навчальному процесі Інтернет-технологій. Інтернет-технології – це автоматизоване середовище отримання, обробки, зберігання, передачі й використання знань у вигляді інформації, що реалізується в мережі Інтернет [1]. Вони створюють широкі можливості щодо подання учням навчального матеріалу та дозволяють доступно та ефективно отримувати зворотню інформацію. Переваги впровадження Інтернет-технологій полягають у вирівнюванні можливостей учасників освітнього процесу завдяки єдиному середовищу, інноваційності, багатофункціональності.

Як правило, у навчальному процесі учні використовують Інтернет для швидкого пошуку необхідної інформації та обміну нею один з одним, або з вчителем за допомогою електронної пошти, соціальних мереж. Насправді ж, сфера застосування Інтернет на уроках інформатики є значно ширшою. Насамперед, потрібно формувати високий рівень інформаційної культури школярів, розвивати практичні навички не лише з пошуку, зберігання й обробки інформації, але й з уміння вибору оптимальних форм її подання, навчити дітей критично мислити в нестандартних ситуаціях.

Дослідження свідчать, що використання мережі Інтернет сприяє розвитку мислення, надає нові засоби для розв'язання творчих завдань, змінює сам стиль розумової діяльності [2–4]. А це є надзвичайно важливим для забезпечення готовності учнів до активної життєдіяльності в умовах інформаційного суспільства. Саме тому на уроках інформатики учні створюють і опрацьовують інформаційні моделі об'єктів у різних програмних середовищах; здійснюють пошук необхідних інформаційних матеріалів з використанням пошукових систем, електронних підручників, онлайн словників; планують, організовують та здійснюють індивідуальну і колективну діяльність в інформаційному середовищі; ефективно та безпечно працюють з інформаційними системами [5].

Крім того, учні можуть використовувати Інтернет для ефективного дистанційного навчання, дистанційних навчальних курсів, для участі у дистанційних олімпіадах та конкурсах.

Варто також акцентувати увагу на тому, що використання Інтернет-технологій дозволяє учителю ефективно виконувати педагогічні задачі, які складно реалізувати традиційними методами. Зокрема, розробляти мультимедійну наочність, організувати спільну роботу учнів над проектом. Користуючись

хмарними сервісами, педагог та учні можуть зберігати матеріали для подальшого використання на уроках інформатики, формувати власний комплекс методичного забезпечення. Важливу роль відіграють Інтернет-технології при перевірці навчальних досягнень учнів. За допомогою онлайн тестів та діагностичних комплексів можна швидко перевірити знання і більш детально пояснити учневі ту чи іншу прогалину в них.

Отже, якісне функціонування сучасної освіти неможливе без використання Інтернет-технологій, які є складником формування і розвитку предметної ІКТ-компетентності та ключових компетентностей, реалізації творчого потенціалу учнів і їх соціалізації у суспільстві під час виконання самостійних і практичних робіт, тестових завдань та ін.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Використання інтернет-технологій в сучасній школі. URL: <https://naurok.com.ua/stattya-na-temu-vikoristannya-internet-tehnologiy-v-suchasniy-shkoli-128099.html>
2. Дубініна О. В. Готовності вчителів закладу освіти до застосування Інтернет-технологій у професійній діяльності. *Theory and methods of educational management*. № 2 (20), 2017. URL: [http://umo.edu.ua/images/content/nashi\\_vydanya/metod\\_upr\\_osvit/v2\\_17/Dubiniina\\_2017.pdf](http://umo.edu.ua/images/content/nashi_vydanya/metod_upr_osvit/v2_17/Dubiniina_2017.pdf)
3. Горецька Г. В. Формування критичного мислення ліцеїстів через упровадження ІКТ на навчальних заняттях з математики. URL: <https://mon.gov.ua/ua/konkursi-dlya-pedagogiv/konkurs-uchitel-roku/uchitel-roku-2021/uchasniki-2021/uchasniki-tretogo-turu-matematika-2021/gorecka-galina-volodimirivna>
4. Пінчук Д. М. Stem-освіта як важлива складова формування успішної особистості. Матеріали II-ї обласної науково-практичної інтернет-конференції «Позашкільна освіта: стратегія, перспективи розвитку, сучасні практики». URL: [https://ocpo.sumy.ua/files/Novini/2019/03/internet-konferencija/Sekcija\\_3.pdf](https://ocpo.sumy.ua/files/Novini/2019/03/internet-konferencija/Sekcija_3.pdf)
5. Навчальна програма з інформатики 5-9 класи. URL: <http://ciit.zp.ua/index.php/ourwork/informatic/informprograms/item/1091-program-starsh-2016>

УДК 004.032.26

### МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СКЛАДНОЇ БІОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ МОДЕЛЕЙ ХМАРНОГО СЕРВІСУ AZURE

*Жуков О. О., аспірант; Горбенко В. І., к.ф.-м.н., доцент  
Запорізький національний університет*

**Вступ.** Визначення правильної методології для маркування вхідних даних моделі є важливим етапом аналізу фотографій складних біологічних систем, бо від цього напряму залежить правильність розпізнавання елементів тренованою моделлю. В якості прикладу складної біологічної системи будуть використовуватись фотографії бджіл. За аналогією з розпізнаванням людей на фотографіях, де сучасні інструменти можуть визначати людину за очима, або повністю за тілом, можна виділити декілька методик для розпізнавання бджіл.

Метою роботи є розробка методик підготовки матеріалу для навчання нейронної мережі, їх аналіз та визначення методики, що найбільш доречна у контексті аналізу складної біологічної системи.

**Основний матеріал.** В якості вхідних даних моделі було використано 15 фотографій бджіл з вулика. Методикою підготовки даних для подальшого тренування моделі є виділення на зображенні зон, що містять дані, за якими модель визначатиме цільові елементи. В якості методик виділення об'єктів для нейронної мережі було обрано:

1. Повне виділення бджолиного тіла.
2. Часткове виділення тільки бджолиної голови.
3. Часткове виділення тільки спинного сегменту бджоли.

Після тренування моделі та тестуванні на тестовому зображенні, було отримано результати, наведені у таблиці 1.

Таблиця 1  
Характеристики тренуваної моделі

Номер методики	Кількість бджіл на зображенні	Правильно розпізнані бджоли	Помилкові спрацювання
1	43	30	4
2	43	15	15
3	43	21	5

З таблиці 1 бачимо, що найкращий результат показала методика виділення повного тіла бджоли. Слабкий результат методики виділення тільки голови обґрунтований тим, що на фото голову бджоли часто не видно через високу концентрацію бджіл. Найкращий результат з найбільшою кількістю правильно розпізнаних бджіл та найменшою кількістю помилкових спрацювань показала методика виділення всього тіла бджоли.

**Висновки.** Проведено дослідження методик визначення елементів з використанням хмарного сервісу Azure.

Було проведено аналіз методик підготовки даних для подальшого тренування моделі та визначено модель з найкращими показниками правильних розпізнань та помилкових спрацювань.

УДК 004.934

## ЦИФРОВА ОБРОБКА АУДИОДАНИХ

*Зайцева С. Б., студентка магістратури; Решевська К. С., к.т.н., доцент  
Запорізький національний університет*

**Актуальність теми.** Розвиток сучасних технологій вимагає технічної реалізації сервісів зі створення та цифрової обробки аудіоконтенту, зокрема дистанційно з використанням мережевих технологій [1]. Всі ці сервіси повинні надавати всі можливості для організації процесів міксування та обробки аудіоданих, а також



остаточного мастерингу. Їх наявність спрощує весь процес запису та обробки, тому що зникає необхідність у великому просторі для інструментів, закупівлі дорогого обладнання для налаштування звуку та його мікшування.

Обґрунтування необхідності проведення дослідження. Дослідження цієї теми є доцільним, оскільки мережні технології широко використовують у наш час. Вони важливі як для звичайного користувача-початківця, що тільки починає працювати зі звуком, також для професіоналів, які вже мають певні навички роботи у цій області.

**Мета і задачі дослідження.** Метою дослідження є обґрунтування вибору певного програмного забезпечення щодо створення та обробки аудіо контенту в мережних технологіях. Для вирішення поставленої мети потрібно виконати певні завдання:

1. Проаналізувати хмарні технології та хмарні сервіси для побудови мережних програм.
2. Визначити особливості Інтернет-додатків RIA, які використовуються для реалізації мережних програм по створенню та обробці аудіоконтенту.
3. Визначити особливості синтезу та редагування аудіоконтенту в цифрових студіях.
4. Зробити порівняльний аналіз сервісів для обробки та мастерингу аудіоконтенту в мережі Інтернет.
5. Провести порівняльний аналіз веб-додатків для обробки та мастерингу аудіоконтенту з настільними DAW-студіями.

Огляд сервісів з обробки аудіо файлів.

Більшість популярних аналогових синтезаторів, які працюють на різницево-му принципі, побудовані за модульною технологією, що склалася до кінця 70-х років, і містять блоки Key, Env, VCO, VCA, VCF, LFO, NG, Mix і інші.

Soundtrap [2] була першою на базі міжплатформенної спільної студії звукозапису, яка вийшла на сцену.

Це ідеальне введення в досвід роботи з DAW, що включає основні особливості типового налаштування запису.

Потужні інструменти для спільної роботи роблять Soundtrap перехідним Інтернет-програмним забезпеченням для багатьох викладачів. Такі функції, як відеодзвінки та Google Classroom, роблять його чудовим інструментом навчання для початківців.

Amped Studio [3] – це унікальний онлайн DAW, створений для продюсерів для швидкого створення. Його функція «гудіння» дозволяє перетворити ваш спів та бітбокс у MIDI-дані.

Amped Studio має WAM, які є звуковими плагінами на основі браузера. WAM розшифровується як «Веб-аудіомодуль».

Bandlab [4] – це потужний онлайн-DAW, що пропонує багатоплатформену доступність. Це також єдина онлайн-версія DAW, яка має власне обладнання. Апаратне забезпечення дозволяє підключати інструменти через мобільні пристрої.

Таким чином, в роботі розглянуто сервісні технології запису і обробки звукового контенту та визначено основні складові, необхідні для реалізації онлайн DAW.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Конахович Г. Ф., Прогонов Д. О., Пузиренко О. Ю. Комп'ютерна стенографічна обробка й аналіз мультимедійних даних. Київ : Центр учбової літератури, 2018. 558 с.
2. Soundtrap. URL: <https://www.soundtrap.com/>
3. Amped Studio. URL: <https://ampedstudio.com/>
4. Bandlab. URL: <https://www.bandlab.com/>

УДК 004.031

#### РОЗРОБКА БАЗИ ДАНИХ З ВЕБ-ІНТЕРФЕЙСОМ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ЗНО З УКРАЇНСЬКОЇ МОВИ

<sup>1</sup>Згоняйко Є. І., учениця; <sup>1</sup>Москальов П. О., керівник студії інформатики;

<sup>2</sup>Циммерман Г. А., старший викладач

<sup>1</sup>Запорізька спеціалізована школа-інтернат «Січковий колегіум»

<sup>2</sup>Запорізький національний університет

Одним з етапів зовнішнього незалежного оцінювання з української мови, обов'язковим для всіх випускників країни, є написання власного висловлювання на дискусійну тему. Твір має містити 2 аргументовані приклади – приклад із життя (власного або історичної особистості) та приклад із твору мистецтва (художня література або кіно) з обов'язковим зазначенням імені й прізвища автора чи режисера. Підготовку до такого типу випробування організувати самостійно та швидко підібрати необхідні приклади досить складно. Наприклад, у 2019 році темою висловлювання було «Чи здатне спілкування он-лайн замінити людині справжні, «живі» взаємини?». Тобто актуальним є створення інструментів, які б допомогли випускнику школи результативно підготуватись до виконання подібних завдань.

Таким чином, виникла ідея спроектувати спеціалізований сайт для підготовки випускників до ЗНО. Основний планований функціонал сайту: тренування написання прикладів для власного висловлювання, підбір, оцінювання прикладів інших користувачів, спілкування, тестування знань імен та прізвищ авторів творів мистецтва.

Грунтуючись на матеріалах спеціалізованих публікацій було проаналізовано технологічні підходи до проектування та створення подібних інформаційних систем, розглянуто існуючі аналоги.

Було створено та протестоване універсальну базу даних прикладів з життя та творів мистецтва для написання творів, отримано досвід розробки власного вебресурсу. На сайті можлива реєстрація, вхід, вихід, додавання текстових прикладів, перегляд прикладів.

Розробка сайту відбувалася з використанням технологій HTML, PHP, JavaScript, CSS. Сайт розташований за адресою: <http://eva.qkomp.zp.ua/>

Роботу апробовано в школі та розглянуто на конкурсі учнівських дослідницьких робіт членів Малої Академії Наук Запорізької області, де отримано позитивні відгуки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Зандстра М. РНР. Объекты, шаблоны и методики программирования / пер. з англ. Москва : Вильямс, 2019. 736 с.
2. Мейер Е. CSS: Полный справочник / пер. з англ. Москва : Вильямс, 2016. 1088 с.
3. Роббінс Дж. HTML 5. Карманный справочник / пер. з англ. Москва : Вильямс, 2015. 192 с.
4. Фленаган Д. JavaScript. Подробное руководство / пер. з англ. Санкт-Петербург : Символ-Плюс, 2012. 1080 с.

УДК 004

**ЗАСТОСУВАННЯ ПАТЕРНУ ПРОЕКТУВАННЯ PROTOTYPE  
ПРИ ПАРАЛЕЛЬНІЙ РЕАЛІЗАЦІЇ МЕТОДУ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ**

*Ігнатченко М. С., аспірантка  
Запорізький національний університет*

**Вступ.** Розвиток сучасної техніки неможливий без застосування автоматизованих систем проектування (АСП), які зазвичай застосовується в трьох наступних випадках: 1) при виконанні рутинних інженерних робіт (створенні креслень, підготовці різноманітної вхідної та вихідної документації і таке інше); 2) при аналізі властивостей проєктованого об'єкта (дослідженні відповідності характеристик створюваного об'єкту вимогам замовника); 3) при виконанні таких задач проектування, які не підлягають повній формалізації (трасуванні друкованих плат; створенні різноманітних розкладів тощо) [1].

Найбільш складною та важливою на практиці є автоматизація аналізу властивостей об'єкту проектування, яка дозволяє замінити дорогі й тривалі фізичні випробування дослідного зразка віртуальним експериментом, суть якого полягає в побудові та вивченні за допомогою комп'ютеру відповідної математичної моделі об'єкта, що проєктується. Важливим етапом проектування складних інженерно-технічних систем є оцінка їх міцності та довговічності. Це призводить до необхідності аналізу напружено-деформованого стану проєктованих об'єктів, що, в свою чергу, вимагає розв'язання різних класів задач математичної фізики. На практиці для цього застосовують різноманітні чисельні методи, найбільш поширеним серед яких є метод скінченних елементів (МСЕ) [2]. Для його використання на сьогодні створено велику кількість комерційного та безкоштовного програмного забезпечення: Ansys, MSC Nastran, FreeFEM, OpenCAD та ін. [3].

Сучасні АСП, що реалізують різні алгоритми скінченно-елементного аналізу, можна умовно поділити на три окремі підсистеми: 1) препроцесор (автоматизація побудови скінченно-елементної моделі); 2) процесор (розрахункове ядро) і 3) постпроцесор (автоматизація аналізу чисельних результатів). Не зважаючи на велику кількість існуючого програмного забезпечення для скінченно-елементного аналізу різних класів задач, часто виникає потреба у їх вдосконаленні або створенні нових програм. Це пояснюється, тим фактом, що, наприклад, регулярно створюються нові конструкційні матеріали (вуглепластики,

еластоміри, кераміка тощо), для врахування особливостей яких потрібно створювати нові або адаптувати вже існуючі моделі та методи розрахунку. Крім того, останнім часом майже всі комп'ютерні системи обладнуються декількома процесорами (ядрами), для ефективного застосування можливостей яких необхідно розробляти відповідні підходи.

Таким чином, розробка паралельних алгоритмів та програмних засобів для автоматизації застосування МСЕ на сьогодні є актуальною задачею, що вимагає розробки нового математичного та програмного забезпечення.

### **Паралельна реалізація побудови локальної матриці жорсткості**

Процесор – це ядро будь-якої системи скінченно-елементного аналізу. Його робота при розв'язанні стаціонарних задач зазвичай складається з наступних основних етапів:

- генерація локальної матриці жорсткості для кожного скінченного елемента (СЕ) та ансамблювання її до відповідної глобальної матриці;
- врахування граничних умов та навантажень;
- розв'язання отриманої системи лінійних алгебраїчних рівнянь.

Кожен з цих етапів може бути достатньо тривалим при великій кількості СЕ, тому при їх реалізації доцільним є застосування паралельних обчислень. Одним з ефективних засобів розробки паралельних програм є застосування твірного патерну проектування Prototype [4], який дозволяє створювати копії об'єктів будь-якої складності, не вдаючись у подробиці їх програмної реалізації. Так, наприклад, при використанні цього шаблону для розробки програм скінченно-елементного аналізу можна здійснювати клонування об'єктів класу, що реалізують певні типи розрахунків, на деякому обчислювальному вузлі (комп'ютері або процесорі). Розглянемо приклад застосування шаблону Prototype для розпаралелювання одного з найбільш тривалих за часом етапів застосування МСЕ – процесу формування глобальної матриці жорсткості. При використанні об'єктно-орієнтованої технології програмування для реалізації цього патерну необхідно таким чином спроектувати клас побудови локальних матриць СЕ, щоб вони підтримували реалізацію створення точних копій своїх об'єктів на певному процесорі, ядрі або вузлі обчислювального кластера (рис. 1). Тут абстрактний базовий клас FE інкапсулює всі основні властивості СЕ: розмірність, кількість ступенів свободи, пружні параметри тощо. Крім того, він містить чисті віртуальні функції `build_local_stiffness_matrix()` і `clone()`, які в класах-нащадках (FE3D4 описує СЕ у формі лінійного тетраедра, FE3D8 – куба тощо) реалізують побудову локальної матриці жорсткості і клонування об'єкта для виконання розрахунків (відповідно).

Запропонований підхід було реалізовано програмно на мові C++ із застосуванням стандартної бібліотеки STL. В якості тестової розв'язувалася задача про пошук параметрів напружено-деформованого стану двотаврової балки з круговими отворами, верхня поверхня якої знаходиться під дією рівномірно розподіленого навантаження, а нижня жорстко затиснена. Для розрахунку була побудована відповідна дискретна модель, яка складається із 1855 вузлів і 6991 СЕ у формі лінійного (чотирьохвулового) тетраедра (рис. 2).

Серія розрахунків виконувалася при різній кількості задіяних потоків на комп'ютері з процесором Intel(R) Core(TM) i7-3630QM з тактовою частотою

2.40 ГГц і об'ємом оперативної пам'яті 16 Гбайт під управлінням операційної системи Windows 10×64. Залежність часу розрахунку від кількості задіяних потоків наведена на рис. 3.

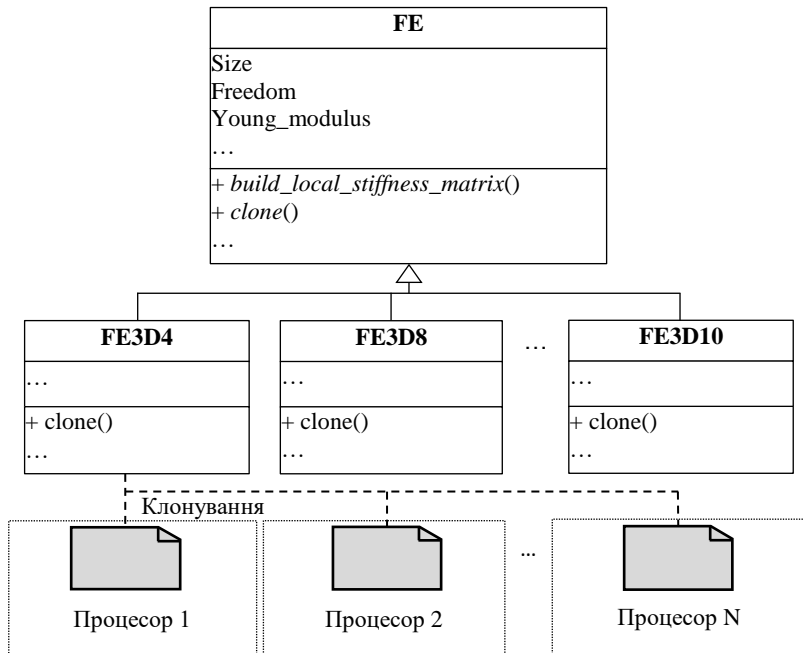


Рисунок 1 – Схема клонування процесу побудови локальних матриць жорсткості на різних процесорах скінченного елемента

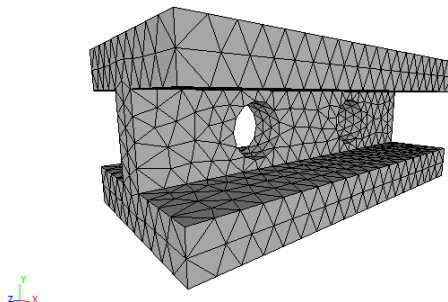


Рисунок 2 – Дискретна модель двотаврової балки з круговими отворами



Рисунок 3 – Час розрахунку двотаврової балки з отворами  
при різній кількості задіяних потоків

**Висновки.** З наведеного графіку видно, що час розрахунку зменшувався зі зростанням числа задіяних потоків до моменту, коли їх кількість не стала дорівнювати числу фізичних ядер (чотири в даному випадку). Після чого швидкість роботи алгоритму практично не змінюється. Це можна пояснити тим фактом, що накладні витрати операційної системи на обслуговування потоків зростають при їх кількості.

Таким чином можна зробити висновок про необхідність окремого дослідження оптимальної кількості залучених до розрахунку обчислювальних вузлів при розв'язанні кожної конкретної задачі на певному комп'ютері.

Крім того, можна стверджувати, що представлена схема програмної реалізації систем скінченно-елементного аналізу із застосуванням патерну проектування Prototype дозволяє швидко й ефективно розробляти відповідне програмне забезпечення для паралельних обчислювальних систем.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования : учеб. для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Из-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. 336 с.
2. Zienkiewicz O. C., Taylor R. L., Zhu J. Z. The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals. Sixth edition. Butterworth-Heinemann, 2016. 753 p.
3. List of finite element software packages. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_finite\\_element\\_software\\_packages](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_finite_element_software_packages) (дата звернення: 12.03.2021).
4. Александреску А. Современное проектирование на C++. Обобщенное программирование и прикладные шаблоны проектирования. Москва : Диалектика-Вильямс, 2019. 336 с.

УДК 004.416.6

## ПРО ІНТЕГРАЦІЮ OPENSTREETMAP У CMS DRUPAL

*Кальниченко Д. О., аспірант; Панасенко Є. В., к.ф.-м.н., доцент  
Запорізький національний університет*

На сьогоднішній день існує велика кількість різноманітних доповнень (плагінів, модулів) для поширених CMS, які суттєво розширюють їх функціональні можливості. Однак потрібно розуміти, що збільшення кількості додаткових модулів може відобразитися на швидкості роботи, безпеці та внутрішній злагодженій роботі механізмів сайту. Drupal [1–2] – це популярна система управління контентом з відкритим вихідним кодом.

OpenStreetMap [3] (карти OSM) – відкритий інтернет-проект, який дозволяє самостійно редагувати і змінювати ту чи іншу карту, загальною метою якого є створення вільної, відкритої мапи світу. Наприклад, зараз активно розвивається OpenStreetMap України [4].

У роботі розглянуто особливості розробки віджету для інтеграції карт OpenStreetMap і розроблено модуль з плагіном для CMS Drupal. Переваги: 1) такого роду мапи активно використовуються в величезному переліку програмного забезпечення, яке встановлюється на GPS-навігатори, смартфони, а також планшети; 2) OpenStreetMap прекрасно підійде для створення навіть самого складного туристичного маршруту; 3) карти постійно оновлюються, що дозволяє використовувати тільки найновішу та свіжу інформацію в процесі побудови маршруту.

Технічне рішення полягає в створенні власного користувацького модулю Drupal. Для цього нам знадобиться Drupal Console – це інструмент який полегшує розробку модулів тим що він генерує шаблонний код. Перш за все потрібно створити папку для плагіну у кореневій директорії `/custom_modules/`, та додати до неї пустий файл `drupal_osm.info.yml` який відповідатиме за опис модуля. Інформація, яка в ньому зазначена буде виводитись на сторінці управління модулями. У `yml`-файлі необхідно ініціювати наступні ключі: `name`, `description`, `package`, `type` та `core`. Після цього необхідно під'єднати наш модуль до сайту використовуючи `drush` та команду: «`drush en y drupal_osm`». Наступним кроком реалізації є додавання хуків. Використовуючи хуки, при розробці модулів можна змінювати принцип роботи ядра або іншого модуля – без зміни існуючого коду [5]. В даному випадку для реалізації модуля карт були використані наступні хуки:

а) `hook_theme()` один з найбільш фундаментальних хуків в Drupal 8. Все що знаходиться на сторінках, так чи інакше проходить через даний хук. Всі темплейти, які створюються або існують в темі безпосередньо залежать від нього;

б) `variables`: використовується спільно з `#theme`. Даний `theme hook` буде використовуватися для власного темплейта під якесь завдання. Відповідно це масив, він може бути як порожнім, так і містити всі можливі змінні, які необхідні темплейту з їх значеннями за замовчуванням;

в) `template`: назва темплейт файлу, який буде використовуватися для рендера. Всі дані будуть передані в даний темплейт і його результат вже буде використаний для виведення.

Наступним кроком у створенні є створення власного блоку. Блок полягає з головного класу в якому необхідно вказати такі методи:

- а) `defaultConfiguration()` – форму з налаштуваннями;
- б) `blockForm()` – за допомогою даного методу оголошуємо форму з налаштуваннями для даного блоку, використовуючи `Form API`;
- в) `blockSubmit()` – цей метод зберігає значення поля `description` в якості нового пункту конфігурації блоку (з ключем того ж імені для відповідності);
- г) `build()` – найбільш важливий з них, так як він повертає відображається масив, який буде виводити блок.

Наступним кроком є створення `div` з ідентифікатором «map» у нашому файлі шаблону, також потрібно визначити висоту та ширину `div map`. Після створення `div` розмістимо у ньому карту створену завдяки власного файлу `js` та бібліотеки `Leaflet`. Визначимо функцію `init`, яка буде отримувати об'єкт «`geofield`» та заголовок «`title`» вузла з `drupalSettings`, які будуть передані блоком `CustomOsmBlock` та змінну «`point`» яка зберігатиме у собі значення широти та довготи. Створюємо карту використовуючи завантажену бібліотеку `Leaflet`, з центром у точці з координатами `point` та певним масштабом. Далі необхідно завантажити плитку з постачальника плиток `Thunderforest` [6] та додати їх до карти. Після цього додаємо маркер у зазначену точку, виводимо значення поля «`title`» у цій точці та додаємо на карту. Наступним кроком створюємо новий файл у корені модуля `drupal_osm.libraries.yml`. Далі вказуємо нові бібліотеки та шляхи до наших файлів `js` та `css`. Безпосередньо перед створенням нового матеріалу з використанням нашого модулю необхідно виконати налаштування плагіну, а саме:

- а) обрати з яким типом контенту він буде використовуватись;
- б) обрати регіон тобто місце на сторінці сайту де необхідно розмістити плагін з інтегрованою картою.

Отриманий у результаті віджет допоможе у створенні міток, ліній і областей за допомогою `OpenStreetMap` з можливістю вказувати свої параметри для кожного об'єкту.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Липатов К. Введение в Drupal 8, 2019. 24 с.
2. Офіційний сайт Drupal. URL: <https://www.drupal.org/>
3. Офіційний сайт OpenStreetMap. URL: <https://www.openstreetmap.org/>
4. Офіційний сайт OpenStreetMap Україна. URL: <https://openstreetmap.org.ua/>
5. Довідник API. Drupal API. Электронный ресурс. URL: <http://api.drupal.ru/>
6. Tile Layer URLs. Thunderforest. URL: <https://www.thunderforest.com/>

УДК 378.147

#### МІЖПРЕДМЕТНІСТЬ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ІНФОРМАТИКИ

*Клеменко О. Ю., студентка; Циммерман Г. А., старший викладач  
Запорізький національний університет*

Міжпредметність вважають одним із актуальних принципів навчання. Він формує та структурує навчальний матеріал предметів, орієнтує на застосування комплексних форм організації навчання, забезпечує єдність навчально-виховного процесу в цілому та інтеграцію предметів. При цьому, зростає роль знань людини, уміння їх використовувати під час вирішення різних завдань [1].



Цій темі завжди приділялась значна увага, багато вітчизняних та закордонних педагогів пояснюють міжпредметні зв'язки по різному. Одні з них (І. Д. Зверев, В. М. Максимова) переконані, що міжпредметні зв'язки це простий прояв принципу системності, інші (Л. Я. Зоріна, Г. І. Шукіна) вважають їх дидактичною мовою, що забезпечує і систему знань учнів, і розвиток їх здібностей до пізнання [2]. Так чи інакше, дослідженням порушеної проблеми займалися різні науковці, у тому числі й такі відомі як Я. А. Коменський, К. Д. Ушинський, В. Ф. Одоевський [1]. Вони усі неодноразово наголошували на тому, що між предметами мають бути зв'язки задля кращого розуміння матеріалу та всебічного розвитку учня, що дає йому можливість зрозуміти не лише особливості шкільного предмета, але і вивчити механізми та принципи його прояву в інших науках та дисциплінах [3].

Як доводить практика, використання зв'язків між предметами формує цілісне уявлення про світ та допомагає засвоїти необхідну інформацію вдвічі швидше, а інтеграція та комбінування предметів формують ряд функцій, які позитивно впливають на рівень знань дитини: методологічна (системний підхід до пізнання світу), розвивальна (системне та творче мислення), освітня (системність, гнучкість, усвідомленість), виховна (комплексний підхід до виховання), конструктивна (вчитель удосконалює зміст, методи, форми організації процесу навчання) [1]. Саме тому можна виділити такі результати від інтеграції предметів та застосування комбінованих знань: 1) підвищується мотивація; 2) краще засвоюється матеріал та активізується пізнавальна активність на уроках; 3) здійснюється цілісне сприйняття світу; 4) спрощується розуміння явищ, понять, галузей знань в цілому.

Говорячи конкретно про зв'язок шкільного курсу інформатики з іншими предметами, наведемо декілька показових прикладів.

**Іноземні мови.** Практика показує, що в роботі вчителя інформатики виникає потреба звертатися до граматичних правил іноземних мов, оскільки багато термінів мають іноземне походження, а при роботі з програмним забезпеченням (текстові та табличні процесори, програми для створення презентацій та публікацій, браузері, архіватори та ін.); користувачу потрібна клавіатура з латинськими літерами [3]; оригінальна документація щодо використання комп'ютерних програм написана англійською мовою.

**Математика.** Учні контактують з математикою, ведучи розрахунки у табличних процесорах, будуючи діаграми, графіки, схеми, складаючи алгоритми для подальшого їх програмування.

**Мова.** На уроках інформатики учні мають можливість удосконалити знання з мови, коли знайомляться з новими термінами, явищами, намагаються обґрунтувати відповіді до завдань, використовують комп'ютерні засоби комунікації – електронну пошту, сайти, чати, блоги, соцмережі [3].

**Історія.** Дослідження інформатики як предмету прямо відтворюють історичні факти про відкриття, дослідження, теорії людей, що зробили неоціненний вклад в історію розвитку інформатики як науки та суспільства.

Базуючись на цьому констатуємо, основне завдання сучасної школи – сформувати цілісну систему знань, умінь та навичок на основі інтеграції, сформувати механізми та принципи на яких буде відбуватись ефективне вивчення всіх предметів

та інформатики у тому числі. Завдяки інтеграції предметів у свідомості учнів відбувається структурування та систематизація матеріалу, що в свою чергу розвиває критичне мислення та формує загальноосвітні компетентності, які згодом допоможуть учням ефективно здобувати знання та бути конкурентоспроможними.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Міжпредметні зв'язки як педагогічна категорія. Теоретичні аспекти. URL: <http://www.osvitaua.com/2018/07/65675/> (дата звернення: 28.03.2021).
2. Міжпредметні зв'язки та їх роль у формуванні системи знань з інформатики. URL: <https://naurok.com.ua/dopovid-mizhpredmetni-zv-yazki-ta-h-rol-u-formuvanni-sistemi-znan-z-informatiki-128563.html> (дата звернення: 27.03.2021).
3. Реалізація міжпредметних зав'язків в процесі вивчення інформатики. URL: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/05/269.pdf> (дата звернення: 27.03.2021).

УДК 004.92

### **АКТУАЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ Z-БУФЕРИЗАЦІЇ У КОМП'ЮТЕРНІЙ ГРАФІЦІ**

*Клєстова В. С., студентка  
Запорізький національний університет*

Стрімко зростаюча складність геометричних сцен в комп'ютерній графіці дає чудову основу для дослідження та розробки різноманітних алгоритмів для визначення видимості об'єктів [1]. Традиційні алгоритми відсікання ліній не зовсім добре справляються зі своїм завданням з великими часовими та продуктивними втратами. Тому спеціалісти в комп'ютерній графіці потребують у створенні швидких алгоритмів, здатних значно прискорити прорахунок видимих частин та відкидання всієї невидимої частини простору (сцени).

Метод z-буферизації – це один з найпростіших алгоритмів для видалення невидимих ліній у 3D об'єктах. Ідея полягає у спрощенні ідеї про буфер кадру, який використовується для запам'ятовування атрибутів кожного пікселя в просторі зображень [2].

Z-буфер представляє собою двовимірний масив, кожен елемент якого відповідає пікселю на екрані. Коли малюється піксель відеокартою, його віддаленість прораховується, записується до комірки z-буфера. Далі виконується порівняння: якщо глибини двох намальованих об'єктів перекриваються, то їх значення глибини порівнюються та вимальовується той, що ближче [3]. Його значення віддаленості зберігається в буфер. Якщо порівняння дає протилежний результат – ніяких дій не виконується.

Головною перевагою алгоритму є його простота. Він розв'язує задачу видалення невидимих поверхонь та робить простішою візуалізацію перетину складних поверхонь. Причому, сцени (поверхні) можуть бути будь-якої складності. Через те, що габарити простору фіксовані, оцінка обчислювальної складності алгоритму є лінійною. Також варто зауважити, що значно зменшуються витрати часу на сортування за глибиною [4].

Основним недоліком Z-буферизації є великий об'єм необхідної пам'яті. У просторі інформацію про глибину потрібно обробляти з більшою точністю, аніж координатну інформацію на площині. Другий недолік полягає у високій вартості усунення сходового ефекту, реалізації ефектів прозорості та просвічування [5].

Існують також інші методи, які спроможні конкурувати з даним: Z-сортування та двійковий розділ простору, але вони, в свою чергу, мають інші переваги й недоліки.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Ієрархічний z-буфер. URL: <https://www.ixbt.com/video/hierar-z.html>
2. Методи видалення невидимих ліній. URL: <http://stratum.ac.ru/education/textbooks/kgrafic/lection21.html>
3. Z-буферизація. URL: <https://ru.google-info.com/586761/1/z-buferizatsiya.html>
4. Алгоритмічні основи комп'ютерної графіки. Алгоритм, що використовує z-буфер. URL: <http://stratum.ac.ru/education/textbooks/kgrafic/additional/addit21.html>
5. Алгоритм, що використовує z-буфер. URL: <http://compgraph.tpu.ru/zbuffer.htm>

УДК 004.031

### ПРОЕКТУВАННЯ ІНТЕРАКТИВНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ НАВЧАННЯ ЕКОНОМІКИ

<sup>1</sup>Крижевська А. А., учениця; <sup>2</sup>Циммерман Г. А., старший викладач

<sup>1</sup>Запорізький багатoproфільний ліцей № 62

<sup>2</sup>Запорізький національний університет

Швидкий розвиток і використання інформаційно-комунікаційних технологій у всіх сферах життя сприяє відповідним змінам в освіті. Ця тенденція вимагає зрушення парадигми традиційних методів у напрямку інтерактивного навчання та вивчення предметів необхідних для життя у сучасному світі [1; 2]. Інтерактивність навчання – це принцип організації навчального процесу, при якому мета досягається активною взаємодією учасників процесу (модель суб'єкт – суб'єкт). Організація інтерактивного уроку передбачає розігрування різних життєвих ситуацій, розв'язання проблем спільними зусиллями через аналіз обставин, використання ІКТ. Інтерактивні методи будуть дуже актуальними у вивченні такого предмету як економіка. Корисна особливість інтерактивної форми навчання – можливість реалізації індивідуального підходу, що дозволяє учню самостійно управляти процесом засвоєння знань і накопичення досвіду, який буде корисним саме для нього [3].

Автором проведено дослідження, під час якого було проаналізовано технології створення програм навчального призначення, розглянуто приклади програм та ресурсів, які використовуються в навчанні економіки. У результаті метою роботи було обрано створення програмного забезпечення, що відповідає вимогам до програм навчального призначення та має актуальний контент з основ економіки. Автор підготував програму, яка реалізує базове навчання за напрямком «Основи економічних знань для населення» та забезпечує закріплення знань за допомогою тестів та вирішення типових задач.

Програмний засіб можна використовувати самостійно або на шкільних заняттях. При розробці програми використано мову Java і середовище програмування Visual Studio.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Використання інформаційно-комунікаційних технологій в інтерактивному навчанні студентів. URL: [https://ivo.kneu.edu.ua/ua/dosl\\_glot/projects\\_sglot/proj\\_soit/interaktiv/](https://ivo.kneu.edu.ua/ua/dosl_glot/projects_sglot/proj_soit/interaktiv/)
2. Малафіїк І. В. Дидактика : навч. посібн. Київ : Кондор, 2009. 406 с.
3. Сидоров С. В. Что такое интерактивность. URL: [http://si-sv.com/publ/1/chto\\_takoe\\_interaktivnost/14-1-0-523](http://si-sv.com/publ/1/chto_takoe_interaktivnost/14-1-0-523) (дата звернення: 1.03.2020).
4. Пометун О. І., Пироженко Л. В. Інтерактивні технології навчання : наук. метод. посібн. Київ : Видавництво А.С.К., 2004. 192 с.

УДК 004.032.26

#### ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ КОНКРЕТНИХ ЦІЛЕЙ

<sup>1</sup>Кулешов І.В., учень; <sup>2</sup>Білоус С. Ю., к.п.н., завідувач філії

<sup>1</sup>Запорізький технічний ліцей, Запорізьке територіальне відділення МАН України

<sup>2</sup>Філія – науково-дослідна експериментальна лабораторія НЦ «МАН України»

Перед нами замовником (керівництвом відомої в місті мережі аптек) була поставлена конкретна задача, яка полягала в створенні ефективного та дешевого способу автоматичного підрахунку відвідувачів у торговій зоні.

Тому за мету дослідження було обрано створення пристрою для фіксації та підрахунку відвідувачів у торговій мережі.

Проаналізувавши готові рішення, які використовують різноманітні технології: датчики відстані, комп'ютерний зір, термографію, ми зрозуміли що вони не задовольняють вимогам, які були поставлені замовником. Тому ми почали розробку своєї власної системи для підрахунку відвідувачів.

Вимоги для цієї системи ми визначили таким чином:

- торгова зона розділена на касові місця;
- підрахунок потрібно вести для кожного касового місця окремо;
- пристрій повинен коштувати менше 3000 грн (враховуючи, що у торговій зоні 2–3 касові зони);
- точність роботи повинна бути близько 95 %.

Для початку був створений прототип, що базувався на датчиках відстані. Точність пристрою вийшла всього 80 %, тому нам прийшлося шукати інший метод для вирішення задачі. В кінці-кінців вирішили застосувати нейронні мережі, для детектування людини у кадрі камери.

Враховуючи доволі малу обчислювальну потужність Raspberry Pi 4, ми були обмежені у виборі архітектури нейронної мережі.

Порівняння популярних архітектур, які вирішують задачу детектування представлено нами в таблиці 1.

Найоптимальнішим варіантом було використання архітектури нейронної мережі MobileNet-SSD-v2, адже вона добре оптимізована (всього 6М параметрів), а також має непогану точність (93 %) на датасеті COCO.

Таким чином, було вибрано нейронну мережу MobileNet-SSD, яку навчено на власному датасеті. Після чого, нейромережа працювала з частотою 3 кадри в секунду на міні-комп'ютері Raspberry Pi.

Таблиця 1

Порівняння архітектур нейронних мереж

Архітектура мережі	Кількість параметрів	Точність
Xception	22,91М	0,95
VGG16	138,35М	0,9
Yolo-v3	65,3М	0,8
MobileNet-SSD-v2	6М	0,93



Рисунок 1 – Нейронна мережа в дії

За замовчуванням, ця нейронна мережа попередньо навчена (pre-trained). І вміє детектувати декілька класів (близько 20), у тому числі й клас під назвою “person”.

Як зазначалося вище, для нас дуже важлива точність нейронної мережі. У торгових точках часто бувають натовпи, черги. І навіть у цьому випадку, необхідно без помилок виконувати підрахунок. Це й була основна проблема в процесі навчання мережі. Тому поступово ми збільшували датасет фотографіями з великим скупченням людей, для того, щоб вирішити цю проблему.

Для того, щоб скоротити час навчання мережі, ми скористалися середовищем Google Colab Pro, де є можливість використовувати потужні сервера з GPU. Завдяки цьому, мережа навчалася приблизно 24 години.

Для навчання використовували відкриту бібліотеку TensorFlow [5; 6].

```

python train.py --logtestdarr --train_dir=training/ --pipeline_config_path=ssd_mobilenet_v2_coco.config
18129 00:42:35.848520 148706957965184 Learning.py:512] global step 183398: loss = 1.6436 (0.382 sec/step)
INFO:tensorflow:global step 183399: loss = 2.8332 (0.353 sec/step)
18129 00:42:36.203068 148706957965184 Learning.py:512] global step 183399: loss = 2.8332 (0.353 sec/step)
INFO:tensorflow:global step 183400: loss = 1.5314 (0.375 sec/step)
18129 00:42:36.576938 148706957965184 Learning.py:512] global step 183400: loss = 1.5314 (0.375 sec/step)
INFO:tensorflow:global step 183401: loss = 1.6874 (0.354 sec/step)
18129 00:42:36.930489 148706957965184 Learning.py:512] global step 183401: loss = 1.6874 (0.354 sec/step)
INFO:tensorflow:global step 183402: loss = 1.8257 (0.355 sec/step)
18129 00:42:37.294739 148706957965184 Learning.py:512] global step 183402: loss = 1.8257 (0.355 sec/step)
INFO:tensorflow:global step 183403: loss = 1.5945 (0.386 sec/step)
18129 00:42:37.659239 148706957965184 Learning.py:512] global step 183403: loss = 1.5945 (0.386 sec/step)
INFO:tensorflow:global step 183404: loss = 1.6771 (0.378 sec/step)
18129 00:42:38.023232 148706957965184 Learning.py:512] global step 183404: loss = 1.6771 (0.378 sec/step)
INFO:tensorflow:global step 183405: loss = 1.7478 (0.378 sec/step)
18129 00:42:38.387239 148706957965184 Learning.py:512] global step 183405: loss = 1.7478 (0.378 sec/step)
INFO:tensorflow:global step 183406: loss = 1.9339 (0.395 sec/step)
18129 00:42:38.751239 148706957965184 Learning.py:512] global step 183406: loss = 1.9339 (0.395 sec/step)
INFO:tensorflow:global step 183407: loss = 1.8291 (0.383 sec/step)
18129 00:42:39.115239 148706957965184 Learning.py:512] global step 183407: loss = 1.8291 (0.383 sec/step)
INFO:tensorflow:global step 183408: loss = 1.8568 (0.354 sec/step)
18129 00:42:39.479239 148706957965184 Learning.py:512] global step 183408: loss = 1.8568 (0.354 sec/step)
INFO:tensorflow:global step 183409: loss = 1.7377 (0.401 sec/step)
18129 00:42:39.843239 148706957965184 Learning.py:512] global step 183409: loss = 1.7377 (0.401 sec/step)
INFO:tensorflow:global step 183410: loss = 1.7711 (0.369 sec/step)
18129 00:42:40.207239 148706957965184 Learning.py:512] global step 183410: loss = 1.7711 (0.369 sec/step)
INFO:tensorflow:global step 183411: loss = 1.7552 (0.383 sec/step)
18129 00:42:40.571239 148706957965184 Learning.py:512] global step 183411: loss = 1.7552 (0.383 sec/step)
INFO:tensorflow:global step 183412: loss = 1.8088 (0.379 sec/step)
18129 00:42:40.935239 148706957965184 Learning.py:512] global step 183412: loss = 1.8088 (0.379 sec/step)
INFO:tensorflow:global step 183413: loss = 1.9777 (0.376 sec/step)
18129 00:42:41.299239 148706957965184 Learning.py:512] global step 183413: loss = 1.9777 (0.376 sec/step)
INFO:tensorflow:global step 183414: loss = 1.8629 (0.374 sec/step)
18129 00:42:41.663239 148706957965184 Learning.py:512] global step 183414: loss = 1.8629 (0.374 sec/step)
INFO:tensorflow:global step 183415: loss = 1.6261 (0.366 sec/step)
18129 00:42:42.027239 148706957965184 Learning.py:512] global step 183415: loss = 1.6261 (0.366 sec/step)
INFO:tensorflow:global step 183416: loss = 1.9837 (0.389 sec/step)
18129 00:42:42.391239 148706957965184 Learning.py:512] global step 183416: loss = 1.9837 (0.389 sec/step)

```

Рисунок 2 – Процес навчання в Google Colab

При першому навчанні, було отримано точність 73 %:

Average Precision (AP) @[ IoU=0.50:0.95 | area= all | maxDets=100 ] = 0.729

Average Precision (AP) @[ IoU=0.50 | area= all | maxDets=100 ] = 0.974

Average Precision (AP) @[ IoU=0.75 | area= all | maxDets=100 ] = 0.905

Average Precision (AP) @[ IoU=0.50:0.95 | area= small | maxDets=100 ] = -1.000

Average Precision (AP) @[ IoU=0.50:0.95 | area=medium | maxDets=100 ] = 0.527

Average Precision (AP) @[ IoU=0.50:0.95 | area= large | maxDets=100 ] = 0.758

Average Recall (AR) @[ IoU=0.50:0.95 | area= all | maxDets= 1 ] = 0.345

Average Recall (AR) @[ IoU=0.50:0.95 | area= all | maxDets= 10 ] = 0.792

Average Recall (AR) @[ IoU=0.50:0.95 | area= all | maxDets=100 ] = 0.792

Average Recall (AR) @[ IoU=0.50:0.95 | area= small | maxDets=100 ] = -1.000

Average Recall (AR) @[ IoU=0.50:0.95 | area=medium | maxDets=100 ] = 0.581

Average Recall (AR) @[ IoU=0.50:0.95 | area= large | maxDets=100 ] = 0.820

Для покращення результатів застосували Dropout. Точність після цього покращилася на 10 %.

Нашим наступним кроком, стало додавання аугментації декількох типів:

довільне регулювання яскравості (random\_adjust\_brightness);

довільне регулювання насиченості (random\_adjust\_saturation);

довільне регулювання контрасту (random\_adjust\_contrast);

аугментація “random\_jitter\_boxes” (випадкове тремтіння координат контурів).

Ці маніпуляції збільшили точність до 89 % і навіть більше:

Average Precision (AP) @[ IoU=0.50:0.95 | area= all | maxDets=100 ] = 0.883

Average Precision (AP) @[ IoU=0.50 | area= all | maxDets=100 ] = 1.000

Average Precision (AP) @[ IoU=0.75 | area= all | maxDets=100 ] = 0.990

Average Precision (AP) @[ IoU=0.50:0.95 | area= small | maxDets=100 ] = -1.000

Average Precision (AP) @[ IoU=0.50:0.95 | area=medium | maxDets=100 ] = 0.861

Average Precision (AP) @[ IoU=0.50:0.95 | area= large | maxDets=100 ] = 0.897

Average Recall (AR) @[ IoU=0.50:0.95 | area= all | maxDets= 1 ] = 0.566

Average Recall (AR) @[ IoU=0.50:0.95 | area= all | maxDets= 10 ] = 0.914

Average Recall (AR) @[ IoU=0.50:0.95 | area= all | maxDets=100 ] = 0.914

Average Recall (AR) @[ IoU=0.50:0.95 | area= small | maxDets=100 ] = -1.000

Average Recall (AR) @[ IoU=0.50:0.95 | area=medium | maxDets=100 ] = 0.889

Average Recall (AR) @[ IoU=0.50:0.95 | area= large | maxDets=100 ] = 0.929

Людина може на короткий час виходити із касової зони.

При повторному вході в зону, програма буде хибно спрацювати й вважати що це новий відвідувач. Тобто додавати до лічильника відвідувачів +1.

Зважаючи на це, ми застосували алгоритми трекингу людини [7]. Його принцип роботи:

При появленні нового відвідувача в торговій зоні, програма детектує його контури та призначає йому певний індекс.

При переміщенні відвідувача чи при повторному вході в касову зону, програма розуміє, що цей клієнт вже був відмічений та доданий до лічильника.

Таким чином вирішується проблема, яка виникала при пересуванні людини.

У програмі кожен відвідувач позначається синьою крапкою (Рис. 3). Це й означає, що програма вже встановила трекинг за відповідною людиною.



Рисунок 3 – Скріншоти з програми

Отже завдяки деяким маніпуляціям при навчанні мережі, ми отримали точність 89 %. А при застосуванні алгоритму трекингу людини, досягли відмітки у 93 % точності.

Таким чином, ми отримали бажану точність, й виконали поставлену задачу. Завдяки чому отримали ще й гонорар.

Усі скрипти, а також програма для Raspberry Pi викладені в GitHub репозиторій: <https://github.com/ilarion1015>.

Практична значущість роботи полягає в можливості використання наших напрацювань для пристосування нейронних мереж при вирішенні вузькоспеціалізованих задач, з використанням доступної обчислювальної техніки (у нашому випадку Raspberry Pi).

Підкреслимо, що вартість нашого пристрою складає близько 2500 грн., тоді як готові рішення коштують набагато дорожче.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Рашид, Тарик. Создаём нейронную сеть : пер. с англ. Санкт-Петербург : ООО «Дталектика», 2019. 272 с.
2. Адитья Бхаргава. Грокаем алгоритмы. Иллюстрированное пособие для программистов и любопытствующих. Санкт-Петербург : Питер, 2017. 288 с.
3. Кривохата А. Г., Кудін О. В., Чопоров С. В. Нейромережеві математичні моделі в задачах обробки звукових сигналів : монографія. Херсон : Видавничий дім «Гельветика», 2020. 120 с.

УДК 373.3.091.33-027.22:004]:37.091.27:51

## **РОЗРОБКА ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ УЧНІВ МОЛОДШИХ КЛАСІВ ДО МАТЕМАТИЧНИХ КОНКУРСІВ**

<sup>1</sup>Лазарева Д. А., учениця; <sup>2</sup>Циммерман Г. А., старший викладач;

<sup>2</sup>Тихонська Н. І., к.п.н., доцент

<sup>1</sup>Запорізька гімназія № 28; <sup>2</sup>Запорізький національний університет

В умовах інформатизації суспільного життя особливо важливим є саморозвиток людей з використанням досягнень інформаційних технологій. Актуальність проведеного нами дослідження визначається потребою вдосконалення способів підготовки учнів початкових класів до участі в математичних конкурсах в аспекті розвитку пізнавального інтересу і здібностей учнів до математики. У ході роботи враховувалися такі чинники: 1) 2020-2021 навчальний рік оголошено Роком математики в Україні згідно з указом Президента України № 31/2020 [1], увага суспільства привертається до розвитку математичної грамотності школярів; 2) згідно з результатами міжнародного дослідження якості освіти PISA-2018 [2] базового рівня математичної компетентності – мінімального, якого мають досягати учні в кінці першого етапу середньої освіти, – в Україні не досягли 36% українських 15-річних підлітків. Тобто вони мали проблеми із завданнями, де потрібно використовувати прості стратегії розв'язування, процентні співвідношення, оперувати дробами, десятковими числами. Отже існує нагальна потреба системно підійти до проблеми розвитку математичної грамотності українських школярів; 3) з 2021 року суттєво змінюється система складання зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО) для випускників шкіл, зокрема тестування з математики стало обов'язковим та має 2 рівні складності [3]. Вважаємо, що математика відіграє ключове значення у когнітивному розвитку дітей, а її вивчення є надзвичайно важливим на всіх етапах шкільної освіти.

Аналіз наукової і методичної літератури показав, що в сучасній школі повинно відбуватися більш раннє виявлення і особливе навчання математично обдарованих дітей; диференційоване навчання математики доцільно починати саме з початкових класів [4], а інтерес і здібності до математики особливо активно розвиваються в учнів при розв'язуванні нестандартних завдань.

Сьогодні в мережі Інтернет можна знайти ресурси для підготовки учнів молодших класів до участі в олімпіадах, конкурсах та вікторинах, зокрема: 1) Прангліміне – платформа для навчання та змагання з усного рахунку в режимі онлайн на базі сайту Міксіке; 2) демо-версія Олімпіс – сайт, на якому можна за допомогою демоверсії здійснити тренування і пройти завдання з математики відповідно до зазначеного класу; 3) Кенгуру – сайт Міжнародного конкурсу «Кенгуру», де можна переглянути минулорічні конкурсні завдання та потренуватись на їх виконанні; 4) Всесвіта – сайт, що містить цікаві олімпіади та конкурси з математики, які сприяють розвиненню математичної компетентності молодших школярів. Наведений перелік Інтернет-ресурсів не є вичерпним, оскільки всесвітня мережа є динамічною а її наповнення постійно оновлюється. Проте, контент деяких ресурсів є платним, також його не можна змінювати залежно від рівня підготовки учнів.

Таким чином, кінцевою метою дослідження стала розробка програмного засобу навчального призначення для підготовки учнів початкових класів до



математичних конкурсів та олімпіад. Було вирішено розробити ігрову програму для підготовки молодших школярів до математичних конкурсів та олімпіад, яка б приваблювала анімацією, різнокольоровими деталями та казковими персонажами. Органічне поєднання гри та навчання також сприяє всебічному розвитку, формуванню інтересу до математичних знань. По-перше, в процесі гри діти працюють з великим емоційним піднесенням. По-друге, в грі можна забезпечити розкутість пізнавальних дій учнів. Тобто кожен має право на помилку, яка не є трагедією і не засуджується вчителем.

Пропонована програма надає дитині можливість вивчати математику відповідно до її здібностей і реалізує функції індивідуального планування і контролю. Для її створення ми використовували MS PowerPoint, програму для створення презентацій. Інтерфейс отриманого віртуального простору зручний і інтуїтивно зрозумілий, а також змінюється залежно від гендерної приналежності користувачів продукту. Рисунок створювався у графічному редакторі MS Paint. Завдання для 1–4 класів згруповані у три блоки: таблиця множення, задачі шкільного рівня, олімпіадні задачі.

У ході роботи отримані такі висновки: 1) удосконалення підготовки учнів до математичних олімпіад та конкурсів в початкових класах може бути ефективним через використання засобів інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ); 2) з'ясовані дидактичні можливості застосування програми PowerPoint, розроблено програмний засіб для підготовки молодших школярів до математичних конкурсів і олімпіад; 3) підготовано систему завдань з математики, яка базується на їх поетапному розв'язанні.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Офіційне інтернет-представництво Президента України. URL: <https://www.president.gov.ua/documents/312020-32165> (дата звернення 19.12.20).
2. Національний звіт за результатами Міжнародного дослідження якості освіти PISA-2018. URL: [https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2019/12/PISA\\_2018\\_Report\\_UKR.pdf](https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2019/12/PISA_2018_Report_UKR.pdf) (дата звернення 29.12.20).
3. Сайт Міністерства освіти та науки України. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/z-2021-roku-zno-z-matematiki-matime-2-rivni-ta-bude-obovyazkovim-dlya-skladannya> (дата звернення 23.12.20).
4. Шаран О., Хлопан Л. Використання олімпіадних математичних завдань у процесі роботи з обдарованими учнями початкових класів. URL: <http://dspu.edu.ua/hsci/wp-content/uploads/2017/12/008-49.pdf> (дата звернення 4.01.21).

УДК 004.032.26

#### **ВСТАНОВЛЕННЯ, НАЛАШТУВАННЯ І НАВЧАННЯ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ**

<sup>1</sup>Лисак А. В., учень; <sup>1</sup>Дериведмідь М. Г., вчитель інформатики;

<sup>2</sup>Циммерман Г. А., старший викладач

<sup>1</sup>КЗ «Василівська гімназія «Сузір'я» – ЗОШ І–ІІІ ст.»;

<sup>2</sup>Запорізький національний університет

Еволюція інформаційних технологій все більше визначається інтелектуалізацією комп'ютерів, їх програмної і апаратної частин. Штучні нейронні мережі (НМ)

є одним з найбільш актуальних способів інтелектуалізації, незважаючи на вже тривалу історію розвитку. Тому прийшов час підготовки в шкільних та позашкільних закладах освіти майбутніх інженерів з розробки та обслуговування нейронних мереж.

За мету дослідження автори поставили вивчення особливостей налаштування і застосування штучних нейронних мереж, прогнозування можливих шляхів розвитку даної галузі науки, аналіз функцій нейромереж і їх потенційних можливостей, а також створення робочого прототипу нейромережі.

Під час дослідження було проаналізовано технології встановлення та навчання НМ, розглянуто вже наявні приклади використання НМ. Основною проблемою в роботі було вивчення та реалізація процедур встановлення та навчання нейронної мережі розпізнаванню рукописних цифр.

Робота виконувалась відповідно традиційному плану наукового дослідження за наступною послідовністю етапів: проаналізувати публікації з тематики «Штучні нейронні мережі» та «Штучний інтелект»; зрозуміти основні принципи функціонування штучних нейронних мереж; пояснити спільні риси штучних нейромереж з біологічними, описати їх подібності та відмінності; створити просту нейромережу.

Усе заплановані дії були успішно виконані та як результат – реалізовано нейромережу на мові програмування Python у середовищі розробки Python 3.6, проведено тестування на офіційних датасетах.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Haykin, Simon. Neural networks and learning machines. 3rd ed. 2009. P. 8.
2. Вовк О., Шаховська Н., Камінський Р. Системи штучного інтелекту. Львів : Львівська політехніка, 2018. 392 с.
3. Пратік Д. Искусственный интеллект с примерами на Python. Київ : Вильямс, 2016. 448 с.

УДК 004.451:004.823:004.5

#### **РОЗРОБКА ДОДАТКУ «FAMILY BUDGET» З ВИКОРИСТАННЯМ ANDROID STUDIO**

*Лутаєва О. М., студентка; Кривохата А. Г., к.ф.-м.н., старший викладач  
Запорізький національний університет*

Сучасний розвиток технологій призводить до створення великої кількості зручних та корисних застосунків. Прикладом таких додатків можна назвати різні калькулятори, AI-камери, інтернет-магазини, завдяки яким сьогодні існує можливість здійснення покупок, не виходячи з дому.

Пропонується реалізація мобільного застосунку для обчислення для сімейного бюджету. Користувач застосунку має можливість входити до свого облікового запису, розраховувати бюджет на місяць та переглядати попередні записи.

Для створення мобільного додатку використано інтегроване середовище розробки Android Studio. Першою особливістю реалізації проєкту є інтерфейс програми. Для його реалізації було використано два додаткових xml-файли. Перший файл «main\_toolbar.xml» містить розмітку «шапки» додатку.

Другий файл має назву «main\_nav\_drawer.xml» і містить розмітку меню програми. Меню містить в собі три розділи програми: «Calculator», «Updates», «About Us», а також функцію «Logout».

Друга особливість додатку – програмна реалізація інтерфейсу калькулятора, яка поділяється на Front-end та Back-end. При створенні інтерфейсу пунктів, на які витрачається бюджет, використано контейнер RecyclerView. Для коректної роботи даного контейнера, а також естетичного вигляду, додано xml-файл, який містить розмітку кожного елемента RecyclerView. В Back-end розробці додатку для реалізації «масиву» пунктів створено додатковий клас «MyAdapter», який дозволяє редагувати вміст та кількість записів при роботі програми. Додаток з'єднаний з хмарною базою даних Firebase для зберігання пошти і пароллю користувачів і локальною базою для зберігання тимчасових даних.

Результати роботи можуть бути використані для подальшого застосування у сфері економічних та соціологічних досліджень для визначення динаміки життєвого рівня.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Сьерра К. Изучаем Java. Москва : Эксмо. 2012. 689 с.
2. Android Studio. URL: <https://developer.android.com/>

УДК 0048:681.3

### РОЗРОБКА ВЕБ ЗАСТОСУНКУ ЗАСОБАМИ REACTJS ТА MONGODB

*Луцук Ю. О., студент  
Запорізький національний університет*

До сучасних веб застосунків висуваються вимоги безпеки, швидкодії, інтерактивності, зручності використання тощо. Зважаючи на те, що розробка таких застосунків зазвичай виконується командами розробників, важливою задачею є уніфікації інструментів та методів програмування. Існуючі фреймворки веб програмування з відкритим кодом зазвичай є стабільними, реалізують сучасні технології та верифікуються спільнотою розробників програмного забезпечення.

В роботі розглядається процес розробки веб застосунку за допомогою фреймворку ReactJS з базами даних MongoDB [1; 2].

Дана реалізація використовує фреймворк ReactJS, який відповідає за інтерфейс користувача та серверну частину. Особливістю даного фреймворка є простота та можливість реалізовувати односторінкові сайти, які зручні в використанні.

Далі було реалізовано макет застосунку, згодом його було реалізовано програмним шляхом. Після цього було створено базу даних MongoDB з відповідним набором даних. Особливістю даної бази даних є те, що вона документоорієнтована, та не потребує опису схем таблиць [3].

Далі було підключено бібліотеку, яка відповідає за стан та зберігання даних – Redux. Після цього було підключено між собою базу даних, UI, Back-end.

В результаті запуску програми було продемонстровано ефективний застосунок для онлайн торгівлі, який демонструє швидку роботу та привабливий дизайн.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Banks A., Porcello E. Learning React: Modern Patterns for Developing React Apps. O'Reilly Media, Inc., 2020.
2. Accomazzo Anthony et al. Fullstack React: The Complete Guide to ReactJS and Friends. Fullstack.io, 2020.
3. Bierer D. Learn MongoDB 4.x: A guide to understanding MongoDB development and administration for NoSQL developers.

УДК 373.3:004.9

## ДЕЯКІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ ВЕБРЕСУРСУ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ІНФОРМАТИКИ В ШКОЛІ

Майборода О. В., студентка; Матвійшина Н. В., к.т.н., доцент  
Запорізький національний університет

У сучасному світі більшість професій пов'язані з комп'ютерами та інформаційними технологіями, а основам роботи з комп'ютером навчають безпосередньо у школі. Як відомо, освіта особистості – це сукупність систематизованих знань, умінь, навичок, поглядів і переконань, набутих у результаті навчання в навчальному закладі або шляхом самоосвіти [1]. Згідно з навчальною програмою з інформатики для учнів 5–9 класів [2], в розділі «Моделювання. Основи алгоритмізації та програмування», вивчається поняття алгоритму та принципи використання алгоритмів. У 8–9 класах одним з розділів вивчення інформатики є розділ «Мова програмування Pascal», в якому висвітлено основні аспекти вивчення цієї мови.

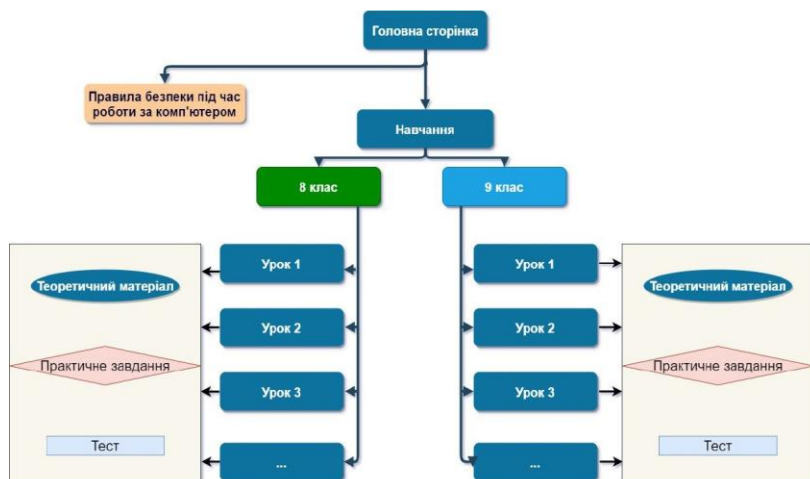


Рисунок 1 – Схема вебресурсу

Сьогодні існує досить багато готових освітніх вебресурсів з програмування, у тому числі з вивчення мови Pascal. Програмний продукт, що пропонується (Рисунок 1), створено за допомогою мови гіпертекстової розмітки HTML, каскадних таблиць стилів CSS та мови програмування JavaScript [3]. Розроблений вебресурс дозволяє учням 8–9 класів поглибити свої знання з мови програмування Pascal під час навчання у школі, а також самостійно, та підвищити свій рівень знань з інформатики. Матеріали до уроків складаються з текстової, графічної та табличної інформації, вебресурс містить приклади задач з програмування за темами, задачі для самостійного розв'язання та тести для перевірки знань.

Розроблений програмний продукт може бути використаний вчителями для проведення уроків у школі з теми «Основи алгоритмізації та програмування», учнями для самостійного опрацювання матеріалу та виконання практичних завдань з метою самоосвіти.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Кучерявий О. Педагогіка: особистісно-розвивальні аспекти : навчальний посібник. Київ : Видавничий Дім «Слово», 2014. 440 с.
2. Програма курсу ІНФОРМАТИКА 5-9 класи загальноосвітніх навчальних закладів. Міністерство освіти і науки України. 2017. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas>
3. Джамса К., Кинг К., Андерсон Э. Эффективный самоучитель по креативному Web-дизайну. HTML, XHTML, CSS, JavaScript, PHP, ASP, ActiveX. Текст, графика, звук и анимация / пер с англ. Москва : ООО ДияСофтЮП, 2005. 672 с.

УДК 373.1

#### **РОЗРОБКА ДИДАКТИЧНИХ ІГОР ДЛЯ НАВЧАННЯ ІНФОРМАТИКИ У ШКОЛІ НА БАЗІ ПЛАТФОРМИ КАНООТ**

*Макароцькіна Д. О., студентка; Решевська К. С., к.т.н., доцент  
Запорізький національний університет*

Ігри – унікальне явище. Вони не просто мотивують грати, але й тривалий час підтримують цю мотивацію. Чому ж іграм це так легко вдається? Гра – це підхід до навчання, що стає все більш поширеним і популярним в освіті, то і являється альтернативою для багатьох з існуючих методів навчання. Використання даного методу в класі підвищує мотивацію, подовжує термін зацікавленості у вирішенні проблеми та збільшує ймовірність досягнення своєї мети.

Дидактичні ігри – це різновид ігор з правилами, спеціально створюваних педагогічною школою з метою навчання і виховання дітей [4]. Дидактичні ігри спрямовані на вирішення конкретних завдань у навчанні дітей, але в той же час у них з'являється виховне та розвиваюче вплив ігрової діяльності.

Найбільш цікавими в даний час вважаються інтерактивні методи навчання, де педагог втрачає центральну роль він стає організатором освітнього процесу. Адже в основу вмінь можуть бути покладені лише ті знання, які не нав'язуються ззовні у формі готових висновків [3]. Не менш цікавими є і дидактичні ігри, що передбачають використання нових інтерактивних технологій.

Kahoot – це веб-сервіс, призначений для збору результатів опитування в режимі реального часу з елементами гри і змагання [1].

Проведення дидактичних ігор за допомогою сервісу Kahoot у процесі навчання виконується у такій послідовності [2]:

1) вчитель завчасно створює завдання (тест, дискусію, опитування) на особистій сторінці даного ресурсу;

2) кожне створене завдання має спеціально згенерований код, за допомогою якого учні під'єднуються до завдання на сайті Kahoot! зі своїх мобільних телефонів, планшетів, комп'ютерів тощо, в яких є доступ до інтернету;

3) за допомогою мультимедійного проєктора на загальному екрані в класі демонструється питання з варіантами відповідей; в налаштуваннях до завдання вчитель може встановити секундомір зворотного відліку часу, призначеного для відповіді;

4) учні, які підключилися до завдання за допомогою коду, бачать на екрані своїх пристроїв кнопки з варіантами відповіді на питання, яке відображається на загальному екрані в класі; учні вибирають варіант відповіді;

5) після вибору відповідей на загальному екрані демонструються варіанти відповідей, статистика правильних і неправильних відповідей, імена учнів, які відповіли на питання і хто відповів найшвидше.

Веб-сервіс Kahoot! є цікавим заохочуючим інструментом для постановки проблемного питання. Відповідаючи на проблемне питання, яке не має однозначної відповіді, як правило, учні вибирають різні варіанти відповідей, до того ж найбільш популярний варіант може бути не завжди правильним. Так з'являється поле для дискусії, зростає рівень мотивації учнів, з'являється потреба знайти правильну відповідь, відстояти власну думку.

Створена система дидактичних ігор на базі веб-сервісу Kahoot буде призначена для мотивації, активізації навчально-пізнавальної діяльності, розвитку критичного мислення, організації спільної діяльності, оцінювання знань учнів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Dellos R. Kahoot! A digital game resource for learning. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*. 2015. Volume 12. № 4. P. 49–52. URL: [http://www.itdl.org/Journal/Apr\\_15/Apr15.pdf](http://www.itdl.org/Journal/Apr_15/Apr15.pdf)
2. Ткачук Г. В. Організація поточного контролю знань студентів з використанням онлайн-сервісу Kahoot! *Новітні комп'ютерні технології*. 2018. Том XVI. С. 142–146. URL: <https://www.ccjournals.eu/ojs/index.php/nocote/article/view/829>
3. Каплінський В. В. Методика викладання у вищій школі. Вінниця : ТОВ «Ніланд ЛТД», 2015. 224 с.
4. Зайченко І. В. Педагогіка і методика навчання у вищій школі :навчальний посібник. 2-е вид., переробл. і доп. Київ : Видавництво Ліра-К, 2016. 456 с.

УДК 004.92

### **РОЗРОБКА ВЕБ-ДОДАТКУ «ГРАФІКИ ОНЛАЙН» З ВИКОРИСТАННЯМ REACT**

*Малюга М. В., студент; Тітова О. О., к.т.н., доцент  
Запорізький національний університет*

У наш час розробка веб-доданків набуває подальшого розвитку, ми можемо спостерігати постійну появу нових інструментів що спрощують розробку або покращують якість сайтів.

Одним з сучасних засобів є React – фреймворк для розробки сайтів що приваблює все більше користувачів. На базі цієї технології можливо полегшити та пришвидшити процес створення сайтів, саме тому багато компаній та розробників використовують даний інструмент для вирішення поставлених задач.

Для практичного освоєння розробки сайту з використанням цієї технології було обрано тематику «Графіки онлайн». Данна тема була обрана через відсутність загального інструменту, що дозволяє створювати інтерактивні графіки за вже існуючими даними, запускати їх у режимі демонстрації, і найважливіше, отримувати доступ до усіх своїх проєктів з будь-якого робочого місця де є інтернет.

Основним напрямком цієї роботи є вивчення принципів на яких базується розробка сайтів на даному фреймворку та створення доданку на його основі.

Для досягнення поставлених цілей було сформовано наступні етапи роботи:

1. Розглянути та порівняти React з іншими фреймворками для створення сайтів.
2. Дослідити інструменти React для розробки.
3. Розглянути компоненти для створення графіків на базі фреймворку React.
4. Обрати інструменти для розробки серверної частини сайту.
5. Розробити веб-доданок для створення графіків.

Практичне значення проведеної роботи – веб ресурс, що дозволяє створювати графіки на основі даних з excel файлів, його можливо використовувати в своїх цілях або для демонстрації даних під час навчання студентів або учнів.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Алекс Бэнкс та Ева Порселло. React и Redux: функциональная веб-разработка. БВХ-Петербург, 2018. 336 с.
2. Изучение React. Полное руководство по React. URL: <https://learn-reactjs.ru/home/>
3. React. Документация. URL: <https://ru.reactjs.org/docs>

УДК 004.51

### **ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВНА МОДЕЛЬ УТИЛІТИ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПЕРЕКЛАДУ ІНТЕРФЕЙСУ ПРОГРАМ**

*Матузко В. Д., аспірант; Гоменюк С. І., д.т.н., професор  
Запорізький національний університет*

Велика кількість повсякденних дій вже давно виконується за допомогою мобільних додатків та ресурсів у мережі Інтернет. Постає проблема знання мови для можливості користування цими програмами. Не всі розробники мають

доступ до професійних послуг перекладу або можливість створити належний переклад власноруч.

Важливим та зазвичай вирішальним фактором є вартість програмного забезпечення для створення перекладу. Великі професійно-спрямовані програмні пакети мають вартості ліцензій, що вимірюються в сотнях доларів США [1][2]. Також більшість з існуючих засобів спрямовані на переклад текстів у загальній формі. Зваживши ці фактори можна визначити, що запропонована утиліта повинна мати зручний інтерфейс та набір функцій, що спеціалізовані саме для роботи з програмними інтерфейсами та файлами вихідного коду. На рис. 1 наведена об'єктно-орієнтована модель запропонованої програми з використанням мови моделювання UML.

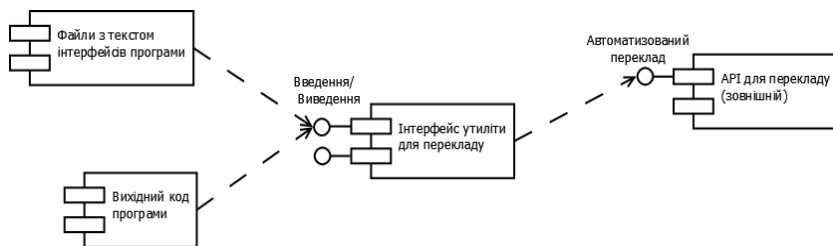


Рисунок 1 – Взаємодія між різними компонентами програми

На діаграмі зображено взаємодію між різними компонентами програми. Файли з текстом інтерфейсів програми є головним елементом введення/виведення, з якими працює перекладач. Доступ до вихідного коду програми дозволяє надати перекладачу додатковий контекст до кожного об'єкта перекладу при перегляді через інтерфейс утиліти.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Top Software Tools in 2020 – Some Even Free!. URL: <https://www.smartcat.com/blog/top-translation-software-tools-in-2019-some-even-free/> (дата звернення 20.04.2021).
2. The full list of CAT tools on the market. From translators to translators. URL: [https://www.polilingua.com/blog/post/cat\\_tools.htm](https://www.polilingua.com/blog/post/cat_tools.htm) (дата звернення 20.04.2021).

УДК 004.451:004.823:004.5

### РОЗРОБКА ЗАСТОСУНКУ «PRE-ORDER GOODS» З ВИКОРИСТАННЯМ ФРЕЙМВОРКУ REACT NATIVE

Митрошин К. В., студент; Кривохата А. Г., к.ф.-м.н., старший викладач  
Запорізький національний університет

У зв'язку з поширенням коронавірусної інфекції та початком всесвітньої пандемії, більша частина людства, особливо люди похилого віку, вимушені знаходитися вдома, задля збереження не тільки здоров'я, а і життя. На фоні цієї ситуації, почався стрімкий розвиток онлайн-сервісів доставки та замовлень товарів різних категорій.



Найбільш оптимальним для розробки додатків для мобільних пристроїв є використання нативних засобів розробки: Java, або Kotlin для ОС Android, або Swift та Objective-C – для iOS. Труднощі полягають у необхідності створення одного додатку на різних платформах, а для цього треба задіяти більше ніж одного розробника, насамперед, для швидкості. Але, витративши більше ресурсів та часу, замовник отримує додаток з високою продуктивністю, який можна розширювати, використовуючи усі можливості ОС.

Другий, не менш популярний метод розробки – створення програм крос-платформними засобами. До цих засобів відносяться: React Native, Flutter, Cordova, тощо. Перевага використання такого методу полягає у швидкості створення готового продукту, не треба створювати два окремих додатки для кожної платформи. Є деякі незначні сильні сторони даного методу. React Native, наприклад, має більш гнучкий метод розробки інтерфейсу. Мінус використання крос-платформних способів полягає в обмеженні розширення та великих обсягів додатків на виході.

Для створення додатку «Pre-order goods» було використано React Native. створений компанією Facebook, оскільки задача полягала у найшвидшому створенні програми для ОС iOS та Android. Для отримання замовлень було використано можливості API Telegram, а саме POST-запити і Telegram-Bot. Всі дані отримуватимуться з бази даних, яка зберігає інформацію у форматі JSON (NoSQL) та Redux, яка зберігає та передає дані. Сама програма складається з компонентів, кожний з яких описує «екран» та процеси у ньому. Найголовніший – App.js, додаток завжди за стандартом авантажує його у першу чергу.

Для розробки цього додатку знадобиться мінімум 7 компонентів:

- About, для візуалізації інформації про компанію;
- Contact, для інформування про способи зв'язку з компанією;
- Cart, «кошик» для товару;
- Dish detail, детальна інформація про товар (їжу);
- Home, «вікно» новин про компанію;
- Menu, список товарів;
- Main, основний компонент, який містить інформацію про всі компоненти.

Діаграму компонентів розробленого додатку наведено на рисунку 1.

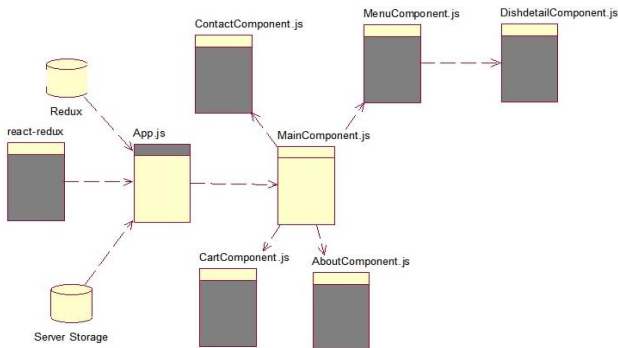


Рисунок 1 – Діаграма компонентів додатка «Pre-order goods»

Таким чином, створено зручний і швидкий додаток онлайн замовлень.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. React Native. URL: <https://reactnative.dev/> (дата звернення 08.11.2020).
2. Telegram Bot API. URL: <https://core.telegram.org/bots/api> (дата звернення 01.11.2020).

УДК 519.6

### РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ІНТЕРНЕТ РОЗСИЛКИ З ВИКОРИСТАННЯМ ФРЕЙМВОРКУ Yii

*Моторнюк А. О., студент; Чопорова О. В., аспірантка  
Запорізький національний університет*

Yii – це високопродуктивний компонентний PHP фреймворк, призначений для швидкої розробки сучасних веб-додатків. Завдяки його компонентній структурі і відмінною підтримкою кешування, фреймворк особливо підходить для розробки таких великих проєктів, як портали, форуми, CMS, магазини або RESTful-додатки. Як і багато інших PHP фреймворків, для організації коду Yii використовує архітектурний патерн MVC (Model-View-Controller).

Yii включає в себе перевірені і добре зарекомендували себе можливості, такі як ActiveRecord для реляційних і NoSQL баз даних, підтримку REST API, багаторівневе кешування і інші. Yii відмінно розширюється. Можна налаштувати або замінити практично будь-яку частину основного коду. Використовуючи архітектуру розширень, легко ділитися кодом або використовувати код спільноти.

Одна з головних цілей Yii – продуктивність.

Розробка інформаційної системи має наступні етапи:

1. Встановлення необхідних програм таких як: мова програмування PHP, веб-сервер Apache або Nginx (у моєму випадку Apache) та Composer (він потрібен для встановлення фреймворка для проєкту).

2. Налаштування веб-серверу для доступу на сайт. У кінець файла `httpd-vhosts.conf` потрібно додати налаштування віртуального хосту.

3. Створення проєкту за допомогою Composer, увівши в термінал наступну команду: `composer create-project –prefer-dist yiisoft/yii2-app-advanced <name>` та виконати команду `php init` у каталозі щойно створеного проєкту.

4. Встановлення зв'язку з базою даних та створення таблиць. Для встановлення зв'язку з базою потрібно змінити файл `<name>/common/config/main-local.php`

```
'components' => [  
    'db' => [  
        'class' => Connection::class,  
        'dsn' => 'mysql:host=localhost;dbname=database_name',  
        'username' => 'username',  
        'password' => 'password',  
        'charset' => 'utf8',  
    ],  
],
```

Далі потрібно створити міграції для створення таблиць у базі даних, міграції створюються за допомогою цієї команди:

```
php yii migrate/create <migration_name>
```

Приклад міграції:

```
public function safeUp()
{
    $this->createTable('{{%posts}}', [
        'id' => $this->primaryKey(), // Поле з первичним ключем
        'title' => $this->string(255), // Поле muny varchar(255)
        'description' => $this->string(255),
        'body' => $this->text(), // Поле muny text
        'author_id' => $this->integer(), // Поле muny integer (int)
        'subscribe_cost' => $this->decimal(10, 2), // Поле muny decimal
        'is_published' => $this->boolean()->defaultValue(0), // Поле muny boolean
    ]);

    // creates index for column `author_id`
    $this->createIndex(
        '{{%idx-posts-author_id}}',
        '{{%posts}}',
        'author_id'
    );

    // add foreign key for table `{{%users}}`
    $this->addForeignKey(
        '{{%fk-posts-author_id}}',
        '{{%posts}}',
        'author_id',
        '{{%user}}',
        'id',
        'CASCADE'
    );
}
```

Після створень міграцій необхідно їх виконати за допомогою команди: *php yii migrate*.

5. Створення моделей на основі таблиць. Фреймворк надає нам великий набір інструментів для автоматичної генерації компонентів додатку (Gii). Наприклад: моделі, CRUD, форми, контролерів тощо. У генератора Gii є два інтерфейси: графічний та консольний.

6. Маршрутизація та дизайн сайту. З “коробки” фреймворк Yii2-advanced надає нам два підпроекти, а саме: фронтенд та бекенд частини. Фронтенд – те що бачить користувач, сам сайт. Бекенд – адміністративна частина сайту. Для маршрутизації використовують контролери окремо для бекенд частини (backend/controllers) та окремо для фронтенд частини (frontend/controllers). В контролерах створюються дії (action<actionName>), які повертають вид, тобто HTML-код, наприклад,

```
public function actionIndex()
{
    return $this->view('index') // Назва файлу у каталозі додатку з ім'ям конт-
ролеру, наприклад ,frontend/views/site/index.php
}
Посиланням на цей контролер буде:
<server_frontend_name>/site/index
або
<server_frontend_name>/index.php?r=site/index.
```

Отже, була розроблена інформаційна система для інтернет-розсилки з адміністративною панеллю за допомогою фреймворка Yii2. Інформаційна система є доступною для користувачів базового рівня підготовки та обізнаності у предметній області. Можливими напрямками розвитку може бути наповнення сайту більш детальною інформацією, вдосконалення інтерфейсу й функціональних можливостей.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Artificial\_neural\_network. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial\\_neural\\_network](https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_neural_network) (дата звернення: 29.03.2021).
2. Keras. URL: <https://www.tensorflow.org/guide/keras> (дата звернення: 29.03.2021).
3. Yii2 Controllers. URL: <https://www.yiiframework.com/doc/guide/2.0/en/structure-controllers> (дата звернення: 29.03.2021).
4. Yii2 Gii. URL: <https://www.yiiframework.com/doc/guide/2.0/en/start-gii> (дата звернення: 29.03.2021).
5. Yii2 Models. URL: <https://www.yiiframework.com/doc/guide/2.0/en/structure-models> (дата звернення: 29.03.2021).

УДК 004.031

#### РОЗРОБКА КЛІЄНТА ДЛЯ СТВОРЕННЯ БОТІВ DISCORD

<sup>1</sup>М'якутіков Б. О., учень; <sup>2</sup>Циммерман Г. А., старший викладач

<sup>1</sup>Запорізький багатoproфільний ліцей № 62;

<sup>2</sup>Запорізький національний університет

Поточний момент життя перевіряє готовність людства до безконтактної та віддаленої взаємодії, в тому числі при виконанні великих групових проєктів. Суттєво збільшилась увага до засобів зв'язку, популярних систем Skype, Zoom, Meet, Team, Discord, Facebook, Viber, Telegram та ін. Одним із широко використовуваних інструментів таких систем є спеціалізовані програми-помічники – боти. Боти Discord потрібні для більш простого застосування самого Discord. Вони дозволяють автоматизувати рутинні дії, наприклад, створення ролей для користувачів, системи рівнів для повідомлень.

Під час дослідження авторами було проаналізовано технології створення ботів. З'ясували, що навіть популярна бібліотека Discord.NET на поточний момент залишається складною та незручною для користування. Форк цієї

бібліотеки з DSTXFramework спрощує створення ботів з нуля та дозволяє користувачам збирати ботів з готових частин.

Актуальність роботи полягає в тому, що на цей час немає простих API для розробників ботів Discord на C#, що мають зручний інтерфейс та автоматизують створення команд для чату та івентів.

Метою дослідження було знайти шлях спрощення процедури створення ботів, автоматизувати створення об'єктів, зробити розширюваний іншими розробниками клієнт, що дозволяє використовувати готові модулі.

У ході дослідження була створена бібліотека, яка спрощує розробку ботів Discord. Цю бібліотеку можливо використовувати самостійно або з батьківською програмою DSTX.

Для створення бібліотеки була використана мова C#, середовище Microsoft Visual Studio та власний форк бібліотеки Discord.NET, так як батьківська програма, для котрої була створена ця бібліотека була створена за допомогою цієї же мови, середовища та форку бібліотеки Discord.NET.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Discord.NET API. URL: <https://docs.stillu.cc/api/index.html>
2. Discord.NET Source Code. URL: <https://github.com/discord-net/Discord.Net>
3. Discord Developer Portal. URL: <https://discord.com/developers/docs>
4. Microsoft Docs. URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/>

УДК 004.9

### **РОЗРОБКА ВЕБСАЙТУ З ВИКОРИСТАННЯМ Nuxt JS ТА LARAVEL**

*Новиков Н. Г., студент; Чопоров С. В., д.т.н., доцент  
Запорізький національний університет*

В наш час, популярність розробки сайтів стає все вище і вище, кожен рік ми можемо спостерігати появу нових фреймворків, технологій і рішень в WEB сфері, які всіляко спрощують нам процес розробки. На мою думку зв'язка технологій Nuxt js та Laravel є однією з найпотужніших для створення веб додатків будь-якої складності.

Nuxt.js – це фреймворк для створення додатків на базі Vue.js. Дозволяє створювати готові до роботи веб-додатки і покликаний спростити розробку універсальних і односторінкових сервісів. Одне з головних достоїнств полягає в тому, що фреймворк полегшує створення універсальних програм. Останні написані на JavaScript, причому скрипти використовуються як на стороні клієнта, так і на стороні сервера.

Laravel – відносно молодий фреймворк (2011 рік), який отримав максимальну популярність і зібрав навколо себе велике ком'юніті розробників. Що стосується творців фреймворка, то вони регулярно оновлюють свій продукт, наділяючи його новітніми властивостями PHP, а також оперативно усуваючи існуючі помилки.

Цей бекенд-фреймворк ідеальний для вирішення однотипних завдань. Його можна застосовувати в процесі розробки додатків різних типів, якщо для них

актуальне використання РНР. Широко реалізовані можливості для організації бекенд в мобільному софті.

Метою даного проекту, є вивчення підходів / принципів, на яких базується сучасна WEB розробка, навчитися працювати в зв'язці Nuxt js і Laravel на практиці.

Для досягнення поставленої мети були сформовані наступні етапи розробки:

1. Порівняти Nuxt js з іншими фронтенд фреймворками.
2. Вивчити базові концепції Nuxt.js.
3. Порівняти Laravel як backend фреймворка з іншими рішеннями.
4. Вибрати інструмент для СУДБ.
5. Реалізувати веб додаток для здійснення покупок автозапчастин.

Практичне значення підсумкової роботи – функціонує веб-додаток, що дозволяє користувачеві оформити замовлення на покупку автозапчастин.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. «Laravel. Документація». URL: <https://laravel.com/>
2. «Nuxt.js. Документація». URL: <https://ru.nuxtjs.org/>

УДК 378.147

### **ПРОГРАМНИЙ СУПРОВІД ПРОЦЕСУ ВИВЧЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ**

*Оgrenich I. С., студентка; Циммерман Г. А., старший викладач  
Запорізький національний університет*

Розвиток інформаційних технологій став поштовхом для застосування комп'ютерного моделювання в різних сферах суспільного життя. Сучасний фахівець повинен вміти не тільки класифікувати моделі, а й володіти інформаційними технологіями для створення необхідної моделі та подальшим впровадженням її на виробництві. Учні вивчають основи моделювання ще з початкових класів. Воно розвиває в них системно-комбінаторне мислення, уміння розв'язувати задачі, формує світогляд.

Важливим є питання вибору програм для моделювання. Популярними програмами для 3D-моделювання є AutoCAD, Sweet Home 3D, Blender, SketchUp, Autodesk 3ds Max, T FLEX CAD, 3D Home Architect, ArchiCAD, Xilinx PlanAhead, Home Plan Pro, Xilinx PlanAhead тощо.

Вивчення моделювання в школі розпочинається з типів моделей та етапів побудови інформаційної моделі. Далі учні знайомляться з методом дослідження за допомогою комп'ютерного моделювання – комп'ютерним експериментом. Для його виконання використовують табличні процесори (Excel або Calc), або пишуть власні програми (в середовищах Lazarus або CodeBlocks). А математичний процесор GRANI використовують для розв'язування рівнянь, систем рівнянь, побудови графіків функцій.

Популярною стає тема воксельного моделювання та гри Minecraft. Вчителі інформатики для вивчення на практиці моделей і об'єктів використовують програму MagicaVoxel. Функціональність програми спрямована на побудову

моделі на основі кубиків – вокселів. Основні переваги програми: простий інтерфейс, безкоштовність, кросплатформовість, можливість застосування отриманої моделі в інших програмах, комп'ютерних іграх.

TinkerCAD – це онлайн-середовище для створення і редагування 3D-проектів. Ця програма зарекомендувала себе простотою у використанні для дорослих та дітей. Переваги програми дозволяють активно використовувати її в освітньому процесі: створювані учнями моделі можна зберігати на сайті або на локальному диску; програма працює з різними сервісами тривимірного друку (Ponoko, Shapeways і i.Materialise) і принтерами MakerBot; програма має значну палітру інструментів і базу готових образів, можливість зміни розмірів моделей, видалення окремих елементів; імпорту та редагування проектів.

SketchUp – програма для моделювання простих тривимірних об'єктів – будівель, меблів, інтер'єру. Програма є середовищем для навчання учнів 3D-моделюванню архітектурних споруд, дає можливості редагування розмірів деталей, використання різних текстур, створення динамічних об'єктів.

Blender – пакет для моделювання та візуалізації об'єктів тривимірної графіки. Користувачі мають можливість реалізувати рух об'єкта. Регулювання освітлення, створення текстур, можливості копіювання об'єктів, робота з прозорістю – це короткий список можливостей програми.

Таким чином, інформатика оснащена корисними та простими програмами, а задачі вчителя – набуті кваліфікації для їх використання.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Теплицький І. О. Елементи комп'ютерного моделювання : навчальний посібник. Кривий Ріг : КДПУ, 2010. 264 с.
2. Інформатика. Методичні рекомендації МОН щодо викладання інформатики у 2019–2020 навчальному році. (Офіційний веб-сайт Міністерства освіти і науки України). URL: <https://mon.gov.ua/>

УДК 378.147

### **ПРОБЛЕМА ВИБОРУ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИ ВИВЧЕННІ ПРОГРАМУВАННЯ В ШКОЛІ**

*Пастух Д. О., студентка; Циммерман Г. А., старший викладач  
Запорізький національний університет*

Акцент уваги на вивчення програмування у школі пояснюється необхідністю відбору та навчання здібних для цієї діяльності людей, які складатимуть основу технологічного сектору сучасного та майбутнього інформаційного суспільства. Вказане завдання вирішується за допомогою певних засобів – теоретичної підготовки, методичних матеріалів та програмного забезпечення. Вчитель вимушений самостійно визначати середовища розробки програм, враховуючи актуальність, доступність, пристосованість до навчання.

Питання навчання програмування в своїх роботах розглядали Н. В. Морзе, В. В. Лапінський, П. Г. Шевчук [1], С. С. Жуковський [2], О. В. Коротун. Проблему інформаційних засобів навчання програмування розглядали

О. А. Степушенко, Т. А. Вакалюк. Детально середовища програмування описували у своїх статтях Р. С. Базюк [4], С. В. Завгородній, А. В. Ковтун, Г. В. Ткачук.

МОН України рекомендує використовувати середовища програмування Lazarus, MS Visual Studio, IDLE for Python та безкоштовні бібліотеки до нього [3]. При цьому в рекомендаціях не вказані переваги цих ПЗ, тому вчитель повинен додатково їх розглянути.

Існує багато думок щодо вибору мови програмування для навчання в школі. Більшість авторів збігаються в тому, що мова і середовище програмування повинні мати навчально-методичне забезпечення, бути розповсюдженими, актуальними, зручними у використанні, і враховувати можливості апаратного забезпечення в школі.

Найбільш відкрито проблему вибору середовищ програмування розкрив Базурін В. М., виділивши такі критерії [4]: технічні характеристики комп'ютерів і системні вимоги середовища програмування; наявність операційних систем і додаткового програмного забезпечення, необхідного для функціонування програмного середовища; функціонал та інтерфейс програмного середовища; рівень компетентності вчителя інформатики та наявність методичного забезпечення до обраної мови програмування.

При цьому необхідно звернути увагу на проблеми, які виникають при ігноруванні деяких критеріїв. Наприклад, складний та іншомовний інтерфейс можуть на порядок ускладнити вивчення програмування для учнів, оскільки їм буде потрібен час на розв'язання мовних проблем; незручність або складність інтерфейсу призводять до постійних витрат лімітованого уроком часу [2].

Таким чином, вибір середовищ програмування – складний, відповідальний та творчий процес. На нашу думку, вчитель має обмірковано комбінувати різні мови програмування та програмні засоби розробки, відповідно віковим категоріям та спеціалізаціям класів, надаючи учням приклади пошуку оптимальних рішень в реальних життєвих ситуаціях, коли умови швидко змінюються.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Шевчук П. Г. Основні підходи добору мови та середовища програмування як засобів навчання. Інформаційні технології і засоби навчання. URL: [http://www.nbuv.gov.ua/old\\_jrn/e-journals/ITZN/em17/content/10spgaeo.htm](http://www.nbuv.gov.ua/old_jrn/e-journals/ITZN/em17/content/10spgaeo.htm) (дата звернення: 1 березня, 2021).
2. Жуковський С. С., Коротун О. В. Про перспективу введення мови програмування C++ в навчальний процес загальноосвітніх навчальних закладів. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2014. № 1. С. 23–25.
3. ІНФОРМАТИКА. Методичні рекомендації МОН щодо викладання інформатики у 2019–2020 навчальному році. (Офіційний веб-сайт Міністерства освіти і науки України). URL: <https://mon.gov.ua/>
4. Базюк Р. С., Завгородній С. В., Ковтун А. В. Порівняльний аналіз середовищ програмування мовою Java. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*. 2017. № 9. С. 155–159.



УДК 373.3:004.9

## АСПЕКТИ РОЗРОБКИ МУЛЬТИМЕДІЙНОГО РЕСУРСУ ДЛЯ ПІДТРИМКИ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ

*Переварюха К. С., студентка; Матвійшина Н. В., к.ф.-м.н., доцент  
Запорізький національний університет*

Світова науково-педагогічна практика, все більшу увагу звертає на молодь від 14 років, оскільки на цьому віковому етапі активно розвивається креативна складова наукової діяльності, складається концептуальна структура індивідуальних знань, встановлюється мотивація до авторської дії, формуються життєві концепції та культурні цінності особистості.

В українській освіті суттєву організаційну роль щодо залучення широкого кола обдарованих учнів до творчої дослідницької діяльності відіграють позашкільні заклади освіти, які стимулюють та підтримують роботу шкільних наукових товариств, позакласну та позаурочну роботу в дослідницьких проектах, віртуальних школах, різноманітних наукових заходах, олімпіадах, конкурсах різного рівня й масовості тощо [3]. Така широкомасштабна організаційна й інформаційна робота дозволяє з кожним роком залучати все більше талановитих дітей та молоді до дослідництва, але поряд із позитивними тенденціями, проблемними є питання:

- перевантаження учнів, особливо старшої школи, оскільки участь у дослідницьких проектах є позапрограмною, позаурочною;
- професійного педагогічного керівництва підготовкою учнів до наукового пошуку;
- методологічної підготовки учнів з основ наукових знань, освоєння методів наукових досліджень та відсутність відповідних методичних та дидактичних матеріалів для цієї вікової категорії;
- професійного наукового супроводу дослідницьких проектів учнів;
- лабораторної та матеріальної бази для експериментальної дослідницької роботи тощо.

З метою підтримки дослідницької діяльності учнів пропонуються відкриті освітні середовища та комп'ютерно-опосередковані комунікації, де відбуваються зустрічі учнів між собою, з вчителями, експертами у певній галузі дослідження та ін. Означені комунікації забезпечують: локальні та глобальні мережі, дошки оголошень, електронна пошта, списки розсилки, мережеві конференції, форум для онлайн-дискусій, електронні площадки для проведення вебінарів тощо.

Електронні підручники, комп'ютерні навчальні комплекси [1; 2] є дуже популярними та ефективними, особливо під час дистанційного навчання. Мультимедійний ресурс, структурна схема якого представлена на рисунку 1, призначений для вчителів та учнів, педагогічних та наукових керівників, і має допомогти в організації наукових досліджень учнів. Цей ресурс розкриває певні аспекти підготовки з основ наукових знань у віртуальному освітньому просторі, надає приклади методичних підходів щодо формування основних наукових понять, містить розробки методичних матеріалів для здійснення самостійної підготовки учнів до проведення власних досліджень, за умови педагогічної підтримки, яку можна здійснювати в дистанційному режимі.

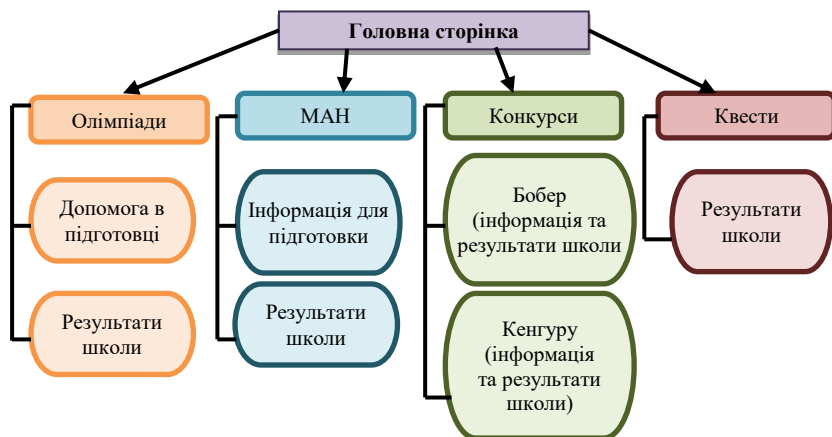


Рисунок 1 – Структурна схема мультимедійного ресурсу

Особливістю ресурсу, що пропонується, є те, що запропоновані методичні конструкти загальних аспектів наукових досліджень, нададуть вчителю та учню, керівникові гуртка можливість розробляти власні предметно спрямовані, або тематично орієнтовані матеріали для роботи над конкретними дослідницькими проектами.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Башмаков А. И., Башмаков И. А. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем. Москва : Филинь, 2003. 613 с.
2. Жарких Ю. С., Лисоченко С. В, Сусь Б. Б., Третяк О. В. Комп'ютерні технології в освіті : навч. посібн. Київ : Видавничополіграфічний центр «Київський університет», 2012. 239 с.
3. Шейко В. М., Кушнарєнко Н. М. Організація та методика науково-дослідницької діяльності : підручник. 4-е вид., випр. і доп. Київ : Знання-Прес, 2004. 307 с.
4. URL: <http://grani.in.ua/мала-академія-наук>

УДК 004.9

#### РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ АВТОМАТИЗАЦІЇ БРОНЮВАННЯ ПЕРЕГОВОРНИХ КІМНАТ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ВІДЕОКОНФЕРЕНЦІЙ

*Перепич Є. В., студентка магістратури; Решевська К. С., к.т.н., доцент  
Запорізький національний університет*

В даний час складно заперечувати вибухове зростання кількості користувачів мобільних пристроїв. Ринку будь-якій галузі припадає в тій чи іншій мірі сконцентрувати свою увагу на мобільних пристроях, як з точки зору маркетингу, так і з точки

зору безпосередньої взаємодії з клієнтом. Згідно з останніми звітами аналітиків увагу користувачів більш зосередженим саме на додатках, ніж на перегляді мобільних веб-сторінок: 89% проти 11% відповідно. Таким чином, однією з основних стратегій сучасних компаній (як малого, так і середнього бізнесу) стає розвиток напрямку, пов'язаного з присутністю своїх додатків на мобільних платформах [1].

Ідея створення мобільного додатку для автоматизації бронювання переговорних кімнат проведення відеоконференцій викликана множинними накладками при організації відеоконференцій. Одними з топових додатків в ніші бронювання є такі як: Booking.com, Trip.com, Ostrovok.ru, Hotels.com, Agoda [2].

Для написання програми знадобиться середовище розробки Android Studio і мова програмування Java. Розробка Android-додатків на Java дає і розробникам, і користувачам широкий перелік переваг.

Java співтовариство – одне з найбільш впливових у всьому світі. Мова програмування:

- універсальна;
- проста у вивченні;
- платформенно незалежна;
- дозволяє писати програми-модулі;
- застосовується в мережному програмуванні;
- динамічна, ефективна;
- дає гарантії безпеки [3].

На поточний момент створення даного мобільного додатку має попит, так як він простий і інтуїтивно зрозумілий у використанні, а головне додаток призведе до зменшення конфліктів співробітників компанії, так як його використання мінімізує шанс на непорозуміння і зрив конференцій через те, що в одній кімнаті для перемовин заплановано дві відеоконференції водночас.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. URL: <https://punicapp.com/blog/pages/893/web-prilozhenie-ili-mobilnoe-prilozhenie-cto-vybrat>
2. URL: <https://rskrf.ru/tips/obzory-i-topy/top-5-prilozheniy-dlya-bronirovaniya-oteley/>
3. URL: <https://lampalampa.net/kotlin-vs-java-cto-luchshe-dlya-android-razrabotki/>

УДК 004.9

### **РОЗРОБКА КАРТОГРАФІЧНОГО СЕРВІСУ ТА СТАТИСТИЧНОЇ АДМІНІСТРАТИВНОЇ ПАНЕЛІ**

*Петров Я. Б., студент; Борю С. Ю., к.т.н., доцент  
Запорізький національний університет*

Мета такого картографічного додатку у тому, щоб людина мала змогу швидко переглянути місце, яке хоче відвідати та подивитись відгуки про нього (не зважаючи на те, що саме представляє собою це місце).

Основний функціонал додатку має дозволяти переглянути будь-яку частину карти, котра зацікавила, фільтрувати за критеріями, залишати побажання, коментувати побажання інших, залишати оцінки за критеріями.

Для реалізації такого додатку було обрано PHP-framework Laravel для backend частини, Flutter для мобільної Frontend частини, база даних Mysql та elasticsearch у якості пошукової системи для зберігання статистичних даних. Коли користувач відкриває додаток – він обирає «тайл» або набір «тайлів» на карті. Ці «тайли» рахуються за допомогою формули проекції «Меркатора». Сервер отримує «quad\_key» обраних «тайлів», який представляє собою строку, яка може бути ковертована у набір координат. Кожна дія користувача, яка зберігається у системі має свій «quad\_key», який визначає до якої області на карті вона відноситься.

Збір статистичних даних для такого додатку потребує великої кількості ресурсів. Адже для обробки параметрів потенційно буде охоплюватися весь світ і всі можливі дії на «тайлах». Тому «рахувати» їх при відкритті сторінки статистичної панелі буде займати велику кількість часу і ресурсів на кожне оновлення. Щоб цього уникнути була побудована наступна логіка роботи. На кожну таблицю, що має дані, які будуть оброблятися для статистики – за допомогою «Laravel» створений відповідний «Listener», який «слухає» кожне оновлення цієї таблиці. Коли адміністратор відкриває статистичну сторінку адміністративної панелі – сервіс бере дані з «ElasticSearch» та відображає на екрані. Таким чином ми оновлюємо тільки ті дані, що були змінені і витрачаємо ресурси на перерахування даних тільки по факту змін.

У результаті такого підходу до роботи з картою надається можливість користувачам залишити та подивитись оцінку або відгуки на конкретний «тайл» (або набір «тайлів») карти, не беручи до уваги, що саме там знаходиться або не знаходиться. Це дає більшу гнучкість, інтерактивність та інформативність для користувача та не має схожих аналогів у конкурентів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Battersby, S., Finn, M. P., Usery, E. L. and Yamamoto, K. (2014). «Implications of Web Mercator and Its Use in Online Mapping».
2. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Проекція\\_Меркатора](https://uk.wikipedia.org/wiki/Проекція_Меркатора). Відкрита веб-енциклопедія Вікіпедія.

УДК 0048:681.3

### **РОЗРОБКА JAVA ДОДАТКУ РОЗПОДІЛЕНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ ЗАСОБАМИ MAPREDUCE**

*Пилипенко Д. А., студентка  
Запорізький національний університет*

Сучасний етап розвитку інформаційних систем характеризується експоненціальним зростанням об'єму даних, що потребують обробки. Звичайні послідовні обчислювальні системи, розвиток яких описується емпіричним законом Мура, не задовольняють вимогам обробки великих даних. Подальше збільшення обчислювальних потужностей можливе при застосуванні паралельних та розподілених обчислень, для виконання яких необхідне відповідне програмне забезпечення.

MapReduce – це представлена компанією Google модель розподілених обчислень, а також її реалізації, які використовуються для паралельної обробки великих обсягів інформації [1; 2].

Обчислення в парадигмі MapReduce складаються з кроків Map і Reduce, названих аналогічно функціям вищого порядку з багатьох мов програмування, що застосовуються на цих кроках [1].

Надійність MapReduce досягається за рахунок розподілу операції обробки даних по всіх вузлах мережі. Майстер періодично опитує кожен робочий вузол для отримання статусу або результату роботи. Якщо вузол не відповідає протягом встановленого часу, майстер починає вважати його аварійним і призначає його роботу іншому вузлу. У вузлах застосовуються атомарні операції іменування вихідних файлів для перевірки, що в кожен момент не запущені паралельні потоки обробки даних, що конфліктують.

Найбільш застосовуваними реалізаціями моделі MapReduce є фреймворки Hadoop, Spark тощо. Особливістю зазначених фреймворків є використання структур даних високого рівня, які є абстракціями над методами роботи з апаратним забезпеченням, наприклад, розподілені колекції даних RDD, DataFrame та DataSet фреймворку Spark [2].

Метою роботи є розробка високорівневої Java бібліотеки з використанням Spark для проблемно-орієнтованих систем.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Sridhar Alla. Big Data Analytics with Hadoop 3. Packt Publishing, 2018.
2. Jules S. Damji, Brooke Wenig, Tathagata Das, and Denny Lee. Learning Spark. Databricks, Inc., 2020.

УДК 004.942

#### РЕАЛІЗАЦІЯ НА PYTHON АЛГОРИТМУ ДЖОНСОНА ПРО ВЕРСТАТИ

*Полос С. С., студент; Д'яченко Н. М., к.ф.-м.н., доцент  
Запорізький національний університет*

Задачі календарного планування – одна із актуальних задач економіко-математичного моделювання [1–6]. Ключову позицію в цій галузі посідає задача про верстати. Наразі відомий алгоритми Джонсона точного розв'язання такої задачі для випадків двох і трьох верстатів [4–6] та деякі раціоналізуючі підходи для покращення точності наближених розв'язків для чотирьох [4] і більшої кількості верстатів. Програмні коди точного і наближеного розв'язання даної задачі постійно удосконалюються і реалізуються на різних мовах програмування [1; 2]. Запропоновано код на мові Python, яка наразі є найбільш популярною в сфері програмування.

**Загальна постановка задачі** [4, 6]. Розглядається  $n$  деталей та  $m$  верстатів. Кожна деталь повинна спочатку пройти обробку на першому верстаті, потім на другому і т. д. При цьому  $i$ -а деталь оброблюється на  $j$ -у верстаті за  $a_{ij}$  од. часу ( $i = 1, \dots, n$ ;  $j = 1, \dots, m$ ). Кожний верстат в певний момент часу може оброблювати тільки одну деталь. Потрібно скласти такий план обробки деталей, щоб час виробничого циклу був мінімальним.

Відома є формула для обчислення значення часу для обробки всіх деталей (час виробничого циклу) [4, 6]:

$$T = \max \left\{ \sum_{i=1}^{n_1} a_{i1} + \sum_{i=n_1}^{n_2} a_{i2} + \dots + \sum_{i=n_{m-1}}^n a_{im} \right\},$$

де максимум береться за усіма можливими наборами індексів

$$1 = n_1 \leq n_2 \leq \dots \leq n_{m-1} \leq n_m = n.$$

Розглянемо відомі алгоритми пошуку оптимальної перестановки деталей, щоб мінімізувати час виробничого циклу.

**Алгоритм Джонсона для двох верстатів.** Побудова алгоритму заснована на такій ідеї. Візьмемо до уваги, що порядковий номер деталей:  $[1, 2, \dots, n]$ , і розглянемо порядок подачі деталей який співпадає з їх порядковим номером. Позначимо через  $x_i$  час очікування другого верстата, перед обробкою  $i$ -ї деталі. Ціль – мінімізувати сумарне очікування:  $F(x) = \sum x_i \rightarrow \min$ .

Оскільки компаратор, по якому сортируються деталі, виглядає [7]

$$\min(a_{i,1}, a_{i+1,2}) \leq \min(a_{i,2}, a_{i+1,1}),$$

то фактично він визначає наступне. Якщо найменше із чотирьох чисел  $a_{i,1}$ ,  $a_{i+1,2}$ ,  $a_{i,2}$ ,  $a_{i+1,1}$  досягається на елементі, що відповідає масиву  $\{a_{i,1}\}$ , то відповідна деталь повинна оброблятися раніше, а якщо на масиві  $\{a_{i,1}\}$ , то пізніше. Таким чином, приходимо до однієї із форм алгоритму Джонсона: відсортувати деталі по мінімуму із  $\{a_{i,1}, a_{i,2}\}$  так, що у випадку, коли для  $i$ -ої деталі мінімум дорівнює  $a_{i,1}$ , то вона обробляється першою, у супротивному випадку – останньою серед тих деталей, що залишилися [4; 6; 7].

Математична оцінка ефективності зазначеного рекурсивного алгоритму становить  $O(n \log_2 n)$  [7].

**Для трьох верстатів** алгоритм Джонсона можна застосувати для послідовності  $n$  деталей, які проходять послідовну обробку на 3-х верстатах, у двох випадках:

$$\min_{1 \leq i \leq n} a_{i,1} \geq \max_{1 \leq i \leq n} a_{i,2} \quad \text{або} \quad \min_{1 \leq i \leq n} a_{i,3} \geq \max_{1 \leq i \leq n} a_{i,2}.$$

Тоді потрібно відсортувати деталі по мінімуму із сум

$$\{a_i + b_i, b_i + c_i\}.$$

При цьому алгоритм діє по аналогії з випадком двох верстатів [8].

Нижче наведено програмну реалізацію обох алгоритмів, яку протестовано на коректність.

**Реалізація програмного коду алгоритму на Python.**

```
import random
import pandas as pd
from math import *
from operator import itemgetter
Ind=lambdaver: sorted(range(len(ver)), key =ver.__getitem__)
Def JonsonSorting(ver1, ver2):
```

*#Алгоритм Джонсона для двох верстатів*

```
sortver1, sortver2 =sorted(ver1),sorted(ver2)
res1, res2 =[],[]
ind1, ind2 =Ind(ver1),Ind(ver2)
return sorting(sortver1, sortver2, res1, res2, ind1, ind2)
def sorting(sortver1, sortver2, res1, res2, ind1, ind2):
    #Рекурсивна функція сортування
    #Вхідні масиви: відсортовані масиви часу для кожного верстата
    #і масиви індексів їх розміщення і початковому масиві
    iflen(sortver1)!=0andlen(sortver2)!=0:
        ifmin(sortver1[0], sortver2[0])== sortver1[0]:
            res1.append(ind1[0]);del sortver1[0];del sortver2[ind2.index(ind1[0])];del
ind2[ind2.index(ind1[0])];del ind1[0]
            elifmin(sortver1[0], sortver2[0])== sortver2[0]:
                res2.append(ind2[0]);del sortver2[0];del sortver1[ind1.index(ind2[0])];del
ind1[ind1.index(ind2[0])];del ind2[0]
            sorting(sortver1, sortver2, res1, res2, ind1, ind2)
        return res1 + res2[::-1]
    def JonsonSortingForThreeMachines(ver1, ver2, ver3):
        #Алгоритм Джонсона для трьох верстатів
        If min(ver1)>=max(ver2) or min(ver3)>=max(ver2):
            newVer1, newVer2 =[],[]
            for i in range(len(ver1)):
                newVer1.append(ver1[i] + ver2[i])
                newVer2.append(ver2[i] + ver3[i])
            sortnewVer1, sortnewVer2 =sorted(newVer1),sorted(newVer2)
            res1, res2 =[],[]
            ind1, ind2 =Ind(newVer1),Ind(newVer2)
            return sorting(sortnewVer1, sortnewVer2, res1, res2, ind1, ind2)
        else:
            print('Error: min(A) < max(B) or min(C) < max(B)')
    def MaxWaiting(a, b):
        #Функція для обчислення часу очікування
        max_t=[a[0]]#сумма простоев деталей
        for i in range(2,len(a) + 1):
            max_t.append(sum(a[j]for j in range(i) ) - sum(b[j] for j in range(i-1)))
        return max(max_t)
    def ArrayRelativeToIndices(sort_keys, ver1, ver2, ver3=None):
        #Функція розміщення елементів відносно їх сортувальних індексів
        placement=lambda ver: sorted(ver1, key=lambda x, it=iter(sorted(sort_keys)))
    sort_keys.index(next(it)))
    if ver3 !=None:
        return placement(ver1), placement(ver2), placement(ver3)
    else:
        return placement(ver1), placement(ver2)
    def RandomNumberForMachines():
        len_array=int(input('Довжина масиву: '))
        a =int(input('Найменше значення рандома: '))
        b =int(input('Найбільше значення рандома: '))
        ver1 =[]
        ver2 =[]
```

```
ver3=[]
for i in range(len_array):
    ver1.append(random.choice(range(b,b+2*a)))
    ver2.append(random.choice(range(a,int(b-sqrt(b))))))
    ver3.append(random.choice(range(b,b+2*a)))
return ver1, ver2, ver3
def main():
    ver1, ver2, ver3 = RandomNumberForMachines()
    sort_index=JonsonSorting(ver1, ver2)
    sort_index_1 =JonsonSortingForThreeMachines(ver1, ver2, ver3)
    sort_ver1, sort_ver2 =ArrayRelativeToIndices(sort_index, ver1, ver2)
    for i in range(len(sort_index)):
        sort_index[i] +=1
        sort_index_1[i] +=1
#Виведення результатів
df=pd.DataFrame({'№':list(range(1,len(ver1)+1)),
'A':ver1,
'B':ver2,
'№':sort_index,
'A':sort_ver1,
'B':sort_ver2})
max_t=MaxWaiting(ver1, ver2)
max_t_1 =MaxWaiting(sort_ver1, sort_ver2)
print('Для двох верстатів')
print('-'*25)
print(df)
print(f'Час без сортування: {sum(ver2[i] for i in range(len(ver2))) + max_t}')
print(f'Оптим час: {sum(sort_ver2[i] for i in range(len(sort_ver2))) + max_t_1}')
print('-'*25)
print('Для трьох верстатів')
print('-'*25)
    sort_ver1, sort_ver2, sort_ver3 =ArrayRelativeToIndices(sort_index_1, ver1, ver2, ver3)
    df1=pd.DataFrame({'№': list(range(1,len(ver1)+1)),
'A':ver1,
'B':ver2,
'C':ver3,
'A':sort_ver1,
'B':sort_ver2,
'C':sort_ver3,
'№':sort_index_1})
print(df1)
print('-'*25)
    max_t_2 =MaxWaiting(ver2, ver3)
    print(f'Час без сортування: {sum(ver3[i] for i in range(len(ver3))) + max_t + max_t_2}')
    max_t_2_1 =MaxWaiting(sort_ver1, sort_ver2)
    max_t_2_3 =MaxWaiting(sort_ver2, sort_ver3)
    print(f'Оптим час: {sum(sort_ver3[i] for i in range(len(sort_ver3)))+max_t_2_1+
max_t_2_3}')
    print('-'*25)
    main()
```



ЛІТЕРАТУРА

1. Аничкин А. С., Семенов В. А. Объектно-ориентированный каркас для программной реализации приложений теории расписаний. *Труды Инс-та системного программирования РАН*. 2017. Том 29, вып. 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obektno-orientirovannyi-karkas-dlya-programmnoy-realizatsii-prilozheniy-teorii-raspisaniy/viewer> (дата звернення 13.10.2020).
2. Аничкин А. С., Семенов В. А. Современные модели и методы теории расписаний. *Труды Инс-та системного программирования РАН*. 2014. Том 26, вып. 3. С. 5–50.
3. Згуровский М. З., Павлов А. А. Теоретические свойства ПДС-алгоритма для задачи минимизации суммарного взвешенного запаздывания на одном приборе. *Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Інформатика, управління та обчислювальна техніка»*. Київ : БЕК+, 2017. № 65. С. 4–14.
4. Шкурба В. В. Задача трёх станков. Москва : Наука, 1976. 94 с.
5. Эддоус М., Стэнфилд Р. Методы принятия решений. Москва : ЮНИТИ, 1997. 590 с.
6. Johnson S. M. Optimal two and three-stage production schedules with setup times included. Santa Monica, California: The Rand Corporation, 1954, 18 p.
7. Задача с двумя станками : сторінка сайту «MAXImal». URL: [https://e-maxx.ru/algo/johnson\\_problem\\_2](https://e-maxx.ru/algo/johnson_problem_2) (дата звернення 10.04.2021).
8. Алгоритм Джонсона решения задачи о двух станках : сторінка сайту «StudFiles». URL: <https://studfile.net/preview/6050916/page:5/> (дата звернення 10.04.2021).

УДК 004.438

**ПРОЕКТУВАННЯ І РЕАЛІЗАЦІЯ ВІЗУАЛЬНОЇ НОВЕЛИ  
ЗА ДОПОМОГОЮ РУШІЯ НА МОВІ PYTHON**

*Потурвай М. І., студент; Швидка С. П., к.ф.-м.н., доцент  
Запорізький національний університет*

Розробка гри є трудомістким процесом, що вимагає знань використання умінь з різних сфер діяльності: розробка сценарію зачіпає сферу гейм дизайну, розробка графіки – сферу дизайну та комп'ютерної графіки, реалізація проекту – сферу технологій обробки інформації, аудіовізуальних засобів, технологій програмування та тестування. Таким чином, розробка гри допомагає отримати вміння та досвід у різних сферах комп'ютерних технологій, що не може не знадобитися при подальшій роботі, а також стане проектом, гідним портфоліо.

Насамперед потрібно ознайомитися з вибором мови програмування і рушієм, причому не варто обирати рушій гри з мови, яку ви знаєте. Краще уважніше прочитати опис функцій рушія і використовувати той, що буде найкраще відповідати проекту. Найпопулярнішими рушіями є Unity, Unreal Engine 4, Ren'Py. З точки зору розробки новел найпривабливішим є Ren'Py, оскільки він є безкоштовним, вільним і відкритим.

Наступним важливим елементом є функціонал, який повинен задовольняти наступні умови:

- 1) програма має бути зручною для користувача, інтерфейс повинен містити головне меню з можливістю входу, виходу з гри, збереження і завантаження стану гри;
- 2) сюжет повинен бути нелінійним, оскільки це основна відмінність нашої гри;
- 3) персонаж повинен мати спрайт (зображення самого персонажа), персональний колір імені;
- 4) звукова складова повинна створювати відповідну до ситуації атмосферу;
- 5) всі фони повинні відповідати локаціям (на деяких можлива зміна часу доби).

Алгоритм реалізації:

- 1) написання короткої історії зі заздалегідь продуманими можливими кінцівками;
- 2) відштовхуючись від короткого опису, створення сюжету, опрацювання характеру протагоністів і антагоністів, їх мотивів і цілей;
- 3) побудова блок-схеми, яка показує основні події, варіанти кінцівок і можливості виходу на них;
- 4) опис основної лінії сценарію, з позначками про можливі відхилення;
- 5) опис інших сюжетних ліній;
- 6) аналіз сценарію на наявність помилок;
- 7) підготовка списку зображень, які необхідно намалювати і підібрати: фони локацій з різними часом доби, спрайт персонажів з різними емоціями, список звуків, необхідних для гри;
- 8) проектування інтерфейсу програми, меню;
- 9) реалізація гри.

Результатом даної роботи є проект «Особые цветы для особой девочки».

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Гэддис Т. Начинаем программировать на Python. СПб. : BHV, 2019. 768 с.

УДК 378.147

### **РЕАЛІЗАЦІЯ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ**

*Прудка А. О., студентка; Циммерман Г. А., старший викладач  
Запорізький національний університет*

Міжпредметні зв'язки (МЗ) – це дидактична категорія, яка відображається у взаємозв'язаному і взаємообумовленому вивченні навчальних предметів у школі [4]. Проблема МЗ перебуває в центрі уваги науковців і вчителів-практиків. Її актуальність зумовлена високою інтеграцією економічних, природничих, суспільних, технічних знань у сучасному житті та виробництві. Тобто МЗ сприяє розумінню учнями життєвих закономірностей, стимулює отримання ключових компетентностей та гнучких навичок (soft skills); використання МЗ на заняттях є прийомом ефективного навчання, усуває дублювання у вивченні матеріалу та економить час; використання міжпредметної інтеграції робить процес навчання різноманітним, насиченим.

Аналізуючи роботи М. І. Жалдака, С. О. Семерікова, Ю. С. Рамського, С. А. Ракова можна перелічити традиційні підходи застосування МЗ математики та інформатики: використання математичного апарату при вивченні основ алгоритмізації; реалізація проєктів із використанням математичних знань та інформаційних технологій обробки даних; проведення інтегрованих уроків [1].

У навчальних програмах математики в початковій школі, алгебри та початків аналізу, геометрії все більше часу приділяється увага використанню програмних засобів. Наприклад, на практиці за допомогою електронних таблиць закріплюється використання табличного способу задання функції, за допомогою якого будується графік залежності значення функції від її аргументу [2]. А такі програми як Gran1, Gran2, Advanced Grapher, GeoGebra, дозволяють продемонструвати, як змінюється вигляд графіка функції при елементарних перетвореннях. Використання програми GRAN 3D дозволяє розглянути геометричні об'єкти в динаміці. Презентації, створені в MS PowerPoint або Libre Office Impress, на уроці математики допомагають вчителю викладати матеріал з використанням наочної демонстрації. Застосовуючи програмні засоби навчання на уроках геометрії, вчитель має змогу на високому рівні розвивати вербально-логічний, наочно-дійовий, просторовий, візуальний тип мислення, завдяки тому, що поєднується слухове й зорове сприйняття інформації [3].

Інформатика застосовує математичні методи для вивчення та побудови моделей обробки, передачі й використання інформації. Доречно сказати, що математика утворює теоретичний фундамент, на якому базується вся «конструкція» інформатики.

Альтернативним рішенням проблеми реалізації міжпредметних зв'язків на уроках математики та інформатики є бінарні (інтегровані) уроки, де два педагоги проявляють творчість, яка переходить у творчість учнів. Такий різновид навчальної діяльності спонукає учнів до творчого пошуку та захоплює їх, а також викликає мотивацію до навчання [5].

Підсумовуючи вище сказане можна зробити висновок, що міжпредметність є сучасним принципом навчання, який вносить корективи у відбір і структуру шкільного матеріалу з різних предметів, тим самим посилює системність знань, активізує нові методи навчання, забезпечує єдність навчально-виховного процесу. Адже перед сучасною школою з'явилася проблема втрати інтересів та мотивації учнів до навчального процесу. Тому основним завданням шкіл є навчати і виховувати дітей, забезпечувати їх на протязі навчального року якісними знаннями. Отже, можна стверджувати, що використання МЗ це сучасний і один з майбутніх напрямів освіти, який забезпечує розвиток нового, творчого покоління патріотів нашої країни.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Нісімчук А. С., Падалко О. С., Шпак О. Р. Сучасні педагогічні технології : навч. посіб. Київ : Просвіта. 2000. 368 с.
2. Глобін О. І. Міжпредметні зв'язки в умовах профільного навчання математики : методичний посібник для вчителів. Київ : Педагогічна думка. 2012. 88 с.
3. Бич О. В. Застосування інформаційних технологій при вивченні математики. Кривий Ріг, 2003. 43 с.
4. Бевз В. Міжпредметні зв'язки як необхідний елемент предметної системи навчання. *Математика в школі*. 2003. № 6. С. 11–15.
5. Лисицька О. О. Бінарні уроки як шлях реалізації інтегрованого навчання. *Таврійський вісник освіти*. 2015. № 2(50). С. 231.

УДК 373.5:004.9

## ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ ТА КОНТРОЛЮ ЗНАЬ УЧНІВ

Руденко М. В., студентка; Матвійшина Н. В., к.т.н., доцент  
Запорізький національний університет

Одним із завдань повсякденного вчительської праці є необхідність здійснювати контроль знань учнів [2]. Комп'ютерне тестування є одним з найоптимальніших засобів контролю, який задовольняє вимоги щодо об'єктивності отриманої оцінки, якості процесу контролю та має позитивний вплив на мотивацію, зацікавленість учнів до процесу навчання в цілому [1].

В умовах карантину якість дистанційного навчання набула важливого значення. Для учнів дистанційне навчання вже є звичним, але в процесі навчання часто виникає неможливість виконувати завдання на різних пристроях (комп'ютерах, смартфонах, планшетах) через неадаптованість програм для навчання. Програмна розробка, структурна схема якої представлена на рисунку 1, націлена на роботу з учнями середньої та старшої ланки та пропонує:

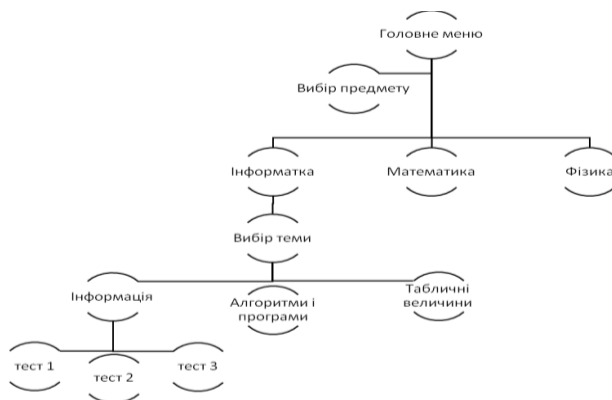


Рисунок 1 – Орієнтовна схема програми комп'ютерного тестування

- можливість інсталяції програми як на комп'ютери, так і на смартфони та планшети;
- можливість виконання комп'ютерного тесту з будь-якого пристрою;
- можливість виконання тесту без підключення до мережі Інтернет;
- автоматичне оцінювання робіт;
- можливість проведення аналізу тестових завдань, загалом усього тесту й аналізу відповідей кожного учня окрема;
- можливість експорту результатів тестування в інші програмні засоби для більш детального аналізу результатів тестування.

В запропонованій комп'ютерній системі тестування використано набір завдань різних типів:

- з вибором одного варіанту відповіді;
- з множинним вибором;
- на встановлення відповідності;
- на встановлення послідовності;
- на ранжування;
- на доповнення (з закритою та відкритою відповіддю);
- на роботу з графічним зображенням.

Програмне забезпечення, що представлено дозволить знизити навантаження викладача, автоматизувати його працю і підвищити об'єктивність оцінювання знань.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Сергієнко В. П., Малежик М. П., Сіткар Т. В. Комп'ютерні технології в тестуванні : навч. посіб. Луцьк : СПД Гадяк Жанна Володимирівна, друкарня «Волиньполіграф»™, 2012. 290 с.
2. Парашенко Л. І., Леонський В. Д., Леонська Г. І. Тестування учнів у середній школі. Київ : Шкільний світ, 2009. 128 с.

УДК 378.147

### КІБЕРБУЛІНГ ЯК ПРЕДМЕТ ВИВЧЕННЯ НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ

<sup>1</sup>Сілена Д. В., учениця; <sup>1</sup>Дериведмідь М. Г., вчитель інформатики;

<sup>2</sup>Циммерман Г. А., старший викладач

<sup>1</sup>КЗ «Василівська гімназія «Сузір'я»-ЗОШ І-ІІІ ст.»

<sup>2</sup>Запорізький національний університет

Сучасний світ – простір в якому швидко розвиваються технології, створені людиною для людей. І це світ, в якому, як і раніше, спілкування – найважливіший спосіб взаємодії між людьми. Інтернет, соціальні мережі, сервіси миттєвих повідомлень, чати, безсумнівно полегшують людське спілкування, але й створюють нове поле проблем. Найбільш вразливою аудиторією в цьому полі стають діти, які не схильні бачити підступу там, де все «природно»: бесіда, гра, обмін подарунками або фото, відеороликами та аудіозаписами; де як під час бесіди з друзями немає видимої небезпеки.

Але у віртуальному просторі, як виявляється, є небезпека віртуальної агресії, кібербулінгу. Проблема захисту від нього підлітків сьогодні гостро постає в усьому світі та вимагає швидкого прийняття рішень. У першу чергу вказана проблема обговорюється на уроках інформатики.

Виходячи з нагальності проблеми авторами було виконано соціально-інформаційний проект, спрямований на вивчення сучасних способів захисту від кібер-атак, інформування підлітків про способи самозахисту в інтернет-просторі, подолання віртуальної агресії, розробку інструкцій про те, як самому не стати джерелом такої агресії. Проект проходив під керівництвом учителя інформатики.

Під час виконання роботи було проаналізовано існуючі інтернет ресурси, присвячені запобіганню кібербулінгу у різних країнах. Основна мета роботи створення пам'ятки-алгоритму протидії кібербулінгу та розміщення її у веб-просторі – була досягнута. Для цього були застосовані інструменти розробки веб-продуктів, які вивчаються за шкільною програмою.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. International Perspectives on Cyberbullying / A. Baldry, D. Farrington. Cham, Switzerland : Springer International, 2018. 264 с.
2. Willard N. Cyberbullying and Cyberthreats: Responding to the Challenge of Online Social Aggression, Threats, and Distress / Nancy Willard. Champaign, IL : Research Press, 2007. 312 с.
3. Völlink T. Cyberbullying From Theory to Intervention / Trijntje Völlink, 2015. 202 с.

УДК 004.415:004.6:61

### РОЗРОБКА ANDROID-ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ВІДСТЕЖЕННЯ СИМПТОМІВ ПОРУШЕННЯ ЗДОРОВ'Я

*Спаська А. А., студентка; Кривохата А. Г., к.ф.-м.н., старший викладач  
Запорізький національний університет*

У неврології для діагностування, а також для відстеження ефективності призначеного лікування рекомендується заповнювати щоденник головного болю. Найбільш зручним способом зробити запис у щоденнику буде за допомогою смартфона, а саме Android-застосунку.

Робота програми: користувач запускає застосунок, зустрічає привітання та пропозицію зробити запис у щоденнику. Після цього на екрані з'являються питання, на які потрібно дати відповідь. Після проходження опитування запис додається до щоденника. Користувач може зберегти щоденник у файл.

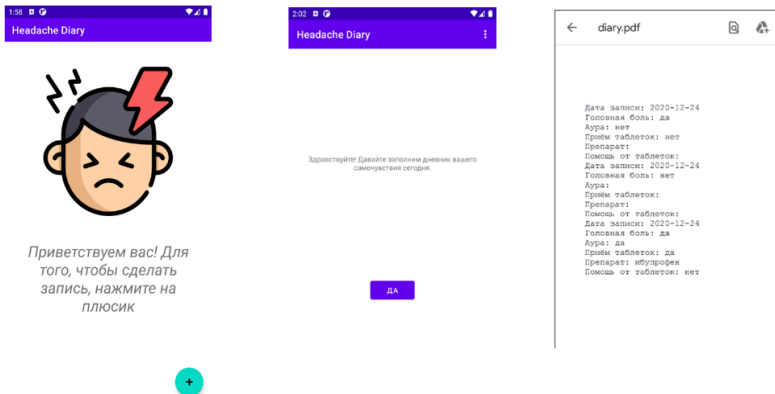


Рисунок 1 – Екран привітання, заповнення щоденника, щоденник у PDF

Android дозволяє використовувати різноманітні можливості для взаємодії з користувачем, які розміщені у активностях (Activity). Для спрощення роботи із застосунком усі питання були розміщені у фрагментах (Fragment). У одній активності користувачеві пропонуються питання про самопочуття, і в залежності

від відповіді наступне питання буде змінюватися. Для коректної роботи застосунку та збереження даних користувача було підключено базу даних SQLite. SQLite доступний на будь-якому Android-пристрої, його не потрібно встановлювати окремо. Ще одним важливим елементом застосунку є конвертація бази даних у PDF-файл. Кінцевий результат наведено на рисунку 1.

Отже, було створено застосунок, який допомагає систематично відслідковувати стан здоров'я користувача, є простим у використанні, не вимогливий до системних конфігурацій, створює та зберігає PDF-файл.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Рето Майер Android 2: Программирование приложений для планшетных компьютеров и смартфонов. Москва : Эксмо, 2011. 672 с.
2. Best Practices: Android Frameworks For Faster App Development. URL: <https://uptech.team/blog/best-android-frameworks#toc-java-kotlin>

УДК 378.147

### **ДІЛОВА ГРА ЯК ЕФЕКТИВНИЙ МЕТОД НАВЧАННЯ МАЙБУТНІХ ІТ-ФАХІВЦІВ**

*Степанова О. С., студентка; Матвійшина Н. В., к.т.н., доцент  
Запорізький національний університет*

Освітні технології сьогодні демонструють постійний та стрімкий розвиток. Педагог має на меті підготовку конкурентоспроможного фахівця, який володітиме набором професійних компетентностей, в той же час будучи активною, впевненою та творчою особистістю, здатною до створення інноваційних ідей. Тому актуальним є завдання використання та пошуку нових методів навчання.

Таким ефективним інструментом є ділова гра, яка:

- поглиблює, вдосконалює та оцінює існуючі знання;
- дозволяє експериментувати, моделювати реальні ситуації та проблеми, які можуть виникнути;
- пропонує застосовувати різні стратегії для пошуку оптимальних методів вирішення проблеми;
- вдосконалює навички ведення діалогу та монологу;
- згуртовує колектив;
- апробує нововведення;
- переводить навчання в практичну площину [1; 2].

Розглядаючи спеціальності, де застосування ділової гри буде доцільним, варто звернути увагу на інформаційні технології, без яких важко уявити сьогодення. Потреба в створенні та удосконаленні програмного забезпечення викликає необхідність пошуку висококваліфікованих спеціалістів [3]. Цим обумовлений ріст кількості напрямів підготовки майбутніх ІТ-фахівців у закладах вищої освіти.

Запропонована ділова гра з управління ІТ-проектами, надасть можливість пройти шлях від створення концепції програмного продукту до його кінцевого представлення замовнику.

В ігровому процесі можуть приймати участь до шести учасників або до шести команд-учасників. Кожний учасник має певну роль: Scrum-майстер, розробник, тестувальник, дизайнер, та кожен має свої обов'язки.

Розроблювана гра є настільною, тому учасникам необхідно пройти етапи створення IT-проєкту, які є клітинами ігрового поля, та обирати процеси управління проєктом, усувати проблеми, які трапляються у роботі, знайти критичний шлях проєкту та оптимально розподілити бюджет та час. Відповідно до ролей, гравцям потрібно довести, що вони є професіоналами своєї справи, відповідаючи на питання зі сфери управління проєктами.

Перемогу отримає учасник, для якого сукупність всіх компонент гри буде оптимальною, а саме бюджету, часу, критичного шляху та балів, що розраховуються за допомогою програмного застосунку.

Отже, створення ділової гри з управління IT-проєктами є актуальним, продуманим та ретельним процесом, а подальше використання ділової гри, дозволить майбутнім IT-фахівцям відпрацьовувати професійні уміння і навички, оскільки забезпечується наближення до реальності, а також розглядається не тільки конкретна ситуація, а й поведінка учасників, які виконують певні ролі.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Абрамова Г. С., Степанович В. А. Деловые игры: теория и организация : учебно-методическое пособие. Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2020. 189 с.
2. Лапыгин Ю. Н. Методы активного обучения : учебник и практикум для вузов. Москва : Юрайт, 2019. 248 с.
3. Finance.ua URL: <https://news.finance.ua/ua /news/-/465781/najbilsh-zatrebuvani-profesiyi-na-rynku-i-v-it>

УДК 372.862

### СТВОРЕННЯ ЧАТ-БОТА ДЛЯ ШКІЛЬНОГО КАНАЛУ В TELEGRAM

*Туйнова Т. К., учениця; Бондаренко А. П., вчитель інформатики  
Запорізька гімназія № 50*

Наш час – це час змін. У сучасному світі потрібні люди, здатні приймати нестандартні рішення, які вміють творчо мислити.

Метою дослідження є показати можливості використання чат-бота для шкільного каналу в Telegram.

Чат-бот – це програма, яка здатна вести переписку з користувачами в чаті, імітуючи при цьому поведінку людини. Завдяки постійній взаємодії з людьми чат-боти навчаються наслідувати реальним розмовам і реагують на усні або письмові запити, допомагаючи знайти відповіді. Оскільки чат-боти використовують штучний інтелект, то розуміють мову, а не просто команди. Таким чином, після кожного діалогу вони стають розумнішими. Програма може працювати на будь-якій відомій платформі, наприклад, Messenger, Telegram, Viber і т. ін.

Сьогодні ці віртуальні помічники здатні замінити безлічі служб, наприклад, call-центри та центри технічного обслуговування клієнтів.



Автор пропонує застосовувати чат-бот на шкільній сторінці Telegram каналу для швидкого ознайомлення всіх учасників освітнього процесу з новою інформацією чи розсилки оголошень, чи для проведення опитування.

Автор дослідження створював власного бота в Telegram за допомогою іншого бота під назвою BotFather.

Після апробації чат-бота, робота отримала схвальні відгуки учнями, батьками та педагогами Запорізької гімназії № 50.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Инструкция: Создание бота для Telegram без навыков программирования. URL: <https://vc.ru/selectel/22593-howto-bot-selectel>
2. Чат-бот. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Чат-бот>

УДК 004.031

### БІБЛІОТЕКА ПРОЦЕДУРНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ІГРОВОГО КОНТЕНТУ

*Турченко С. А., учениця; Москальов П. О., керівник студії інформатики  
Запорізька спеціалізована школа-інтернат «Січовий колегіум»*

Ігрова індустрія потребує багато якісного контенту та професійних художників, геймдизайнерів, сценаристів. Останнім часом ведуться розробки, які дозволяють частково і навіть повністю перекласти їх роботу на комп'ютер. Незважаючи на складність реалізації, при правильному підході дані алгоритми дозволяють зменшити витрати на кожному етапі розробки та збільшити різноманітність в кінцевому продукті. За рахунок цього, процедурна генерація є актуальною. Напрямів її застосування багато. Найбільш поширеним прикладом може бути створення ігрових карт, замкнених інтер'єрів тощо.

Метою виконаного проєкта було дослідження алгоритмів створення лабіринтів та огляд засобів їх реалізації. В якості практичної частини була розроблена динамічна бібліотека мовою C#, яка реалізує найбільш популярні види алгоритмів. Створений продукт може бути використаний у багатьох галузях програмної розробки: карти для рівнів комп'ютерних ігор, шаблони для програм дизайну інтер'єрів, у машинному навчанні, у галузі штучного інтелекту тощо.

У роботі проведено дослідження методів процедурної генерації ігрового контенту та виконана програмна реалізація деяких з них у вигляді бібліотеки DLL. Особлива увага приділялась алгоритмам генерації замкнених просторів: лабіринтів, кімнат з коридорами, печер тощо. Були проаналізовані основні алгоритми створення ідеальних лабіринтів, дана класифікація лабіринтів. При виконанні роботи був обраний модульний підхід до розробки програмного забезпечення – для додавання до бібліотеки нового алгоритму достатньо створити новий клас та реалізувати новий метод.

Під час виконання дослідницького проєкту засвоєно технологія ООП мовою C#, використано механізм рефлексії, патерни проєктування, опрацьовано основи застосування структур даних та контейнерів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Использование BSP-деревьев для создания игровых карт / Хабр URL: <https://habr.com/ru/post/332832/> (дата звернення 10.11.2020).

2. Лабиринты: классификация, генерирование, поиск решений / Habr URL: <https://habr.com/ru/post/445378/> (дата звернення 20.09.2020).
3. Пасічник М. Ю. Процедурна генерація 3D-геометрії ігрового контенту: дипл. Бакалавра. Київ : КПІ ім. Сікорського, 2019. 66 с.
4. Процедурная генерация – поразительное будущее игровой индустрии. Техномагия. URL: <http://texno.info/etc/procedurnaja-generacija-porazitelnoe-budushhee-igrovoj-industrii/> (дата звернення 12.12.2020).

УДК : 004.032.26

## **СИНТЕЗ ПРИРОДНОЇ МОВИ МЕТОДАМИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ**

*Чміль М. М., аспірант  
Запорізький національний університет*

Сучасні інформаційні технології набувають все більш широкого застосування у різноманітних сферах життя. Синтез природних мов є складовою частиною сучасних інформаційних технологій. Його сфери застосування пов'язані з видворенням текстової інформації комп'ютерної техніки із забезпеченням природного звучання.

Нейроеволюційні методи є методами машинного навчання, що ґрунтуються на використанні нейронних мереж та генетичних алгоритмів для забезпечення найвищої точності математичного моделювання. У галузі синтезу природних мов алгоритм використання нейроеволюційних методів може бути таким:

1. Формування множини аудіо записів для навчання.
2. Розробка базової архітектури нейронної мережі.
3. Оптимізації архітектури нейронної мережі генетичним алгоритмом.

Другий та третій кроки пов'язані з виконання навчання нейронної мережі на навчальній вибірці. Зазвичай таке навчання тривале за часом. Отже, перспективним є реалізації такого алгоритму в паралельних комп'ютерних системах.

УДК 519.6

## **РОЗРОБКА НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ПЕРЕДБАЧЕННЯ ЦІНИ НА БУДІНКИ**

*Чорний К. П., студент; Чопорова О. В., аспірант  
Запорізький національний університет*

Одним з напрямків досліджень в комп'ютерних науках, які найбільш активно розвиваються, є машинне навчання. Воно дозволяє створювати програми, які засновані не на алгоритмах прямого вирішення завдань, а на адаптивних до вихідних даних.

Мережа – це зв'язок одиниць у єдине ціле. Тобто нейромережа – це сукупність нейронів. Нейрон – це найменша одиниця нервової системи. Для того, щоб нейронна мережа почала працювати як людський мозок потрібно дуже багато нейронів, а саме ~ 100.000.000.000, тобто 100 млрд. Остання розробка Google містить близько 1.5 млрд. Крім створення, мережу ще потрібно навчити самостійно думати та приймати рішення.

Існує декілька типів нейронних мереж: перцептрон, згортоква та рекурентна нейронна мережа. Кожна нейронна мережа складається з шарів, які містять певну кількість нейронів.

Мета дослідження – розробка штучної нейронної мережі для прогнозування вартості нерухомості в залежності від певних критеріїв.

Об'єкт дослідження – вартість нерухомості.

Предмет дослідження – методи і моделі машинного навчання.

В процесі розробки нейромережі було побудовано 4 шари. Вхідний шар, що містить 320 нейронів, два внутрішні ( $320 \text{ нейронів} \times 2$ ) та один вихідний шар. Дана нейронна мережа була натренована на 1700 записах.

Як показав експеримент для отримання більш точних результатів цього недостатньо. Проте навіть з такою кількістю записів нейромережа показала похибку у 9% (рис. 1, рис. 2).

Приблизно 95% від створення нейронної мережі займає оптимізація даних. Щоб нейронна мережа могла показати більш точні результати їй потрібно давати чисті дані, тобто такі, що були попередньо відредаговані за певними ознаками. Самі дані потрібно розділити на 3 частини. Training data, validation data, test data. Training data – дані для тренування нейронної мережі, validation data – дані для перевірки мережі та test data – дані для тестування мережі. Для цього існує багато бібліотек для фільтрації даних. В даній роботі було використано бібліотеку Pandas. Для побудови самої нейронної мережі було використано Keras.

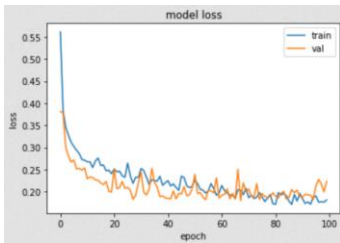


Рисунок 1 – Зображення функції помилок

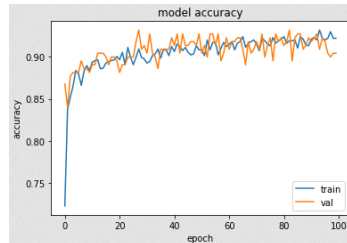


Рисунок 2 – Зображення точності моделі

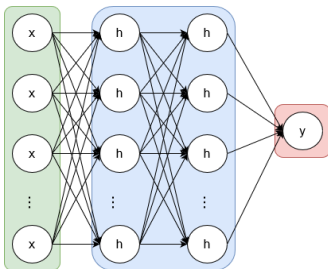


Рисунок 3 – Схема розробленої нейронної мережі

Схема нейронної мережі представлена на рисунку 3. Перспективи подальших досліджень пов'язані з розробкою штучних нейронних мереж. Також можна висновок, що бібліотеки мови програмування Python дозволяють програмувати більшість прикладних задач машинного навчання. Бібліотеки Pandas і Keras надають високорівневі інтерфейси, що істотно спрощує розробку програмних продуктів, заснованих на машинному навчанні. Основною перевагою штучної нейронної мережі є швидкість

прогнозування. Штучні нейронні мережі можуть слугувати як інтерактивні помічники в різних галузях виробництва.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Artificial\_neural\_network. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial\\_neural\\_network](https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_neural_network) (дата звернення: 29.03.2021).
2. Keras. URL: <https://www.tensorflow.org/guide/keras> (дата звернення: 29.03.2021).

УДК 373.1

### **РОЗРОБКА НАВЧАЛЬНОГО ВЕБ-КВЕСТУ З МАТЕМАТИКИ У СЕРЕДНІЙ ШКОЛІ**

*Юрійчук Ю. В., студент магістратури; Решевська К. С., к.т.н., доцент  
Запорізький національний університет*

В сучасному світі діти все більше занурюються у величезний світ інформаційно-комунікативних технологій. Зараз становиться дуже рідко зустріти дитину, яка не вміє користуватись мобільними гаджетами. Більшість свого часу дозволяє дитини ради проводити за смартфоном або планшетом за переглядом відеоролику на різноманітних інтернет-ресурсах. Інтернет та комп'ютерні технології стають невід'ємною частиною життя сучасного школяра. Це призводить до обмеження кола інтересів дітей та зниження рівня їх пізнавальної активності. Особливої актуальності набуває проблема створення умов та використання інноваційних форм навчання на уроках. Сучасний вчитель повинен вміти використовувати сучасні технології для захоплення дітей ІКТ в освітніх цілях.

Впровадження інноваційних методик в навчально-виховний процес сприяє підвищенню його якості, зацікавленості здобувачів освіти до освітнього процесу. Одна із перспективних методик є технологія освітнього Веб-квеста.

Освітнім Веб-квестом називають сайт в Інтернеті, присвячений певній темі, який складається з декількох зв'язаних єдиною сюжетною лінією розділів, насичених посиланнями на інші ресурси Інтернет. Розробниками Веб-квеста як навчального завдання є американські професори Берні Додж і Том Марч. Веб-квест – це формат заняття із орієнтацією на розвиток пізнавальної, дослідницької діяльності учнів. Тематика Веб-квестів може бути найрізноманітнішою, проблемні завдання можуть відрізнятися ступенем складності.

Веб-квест – це унікальна можливість використання Всесвітньої мережі для навчання. Веб-квест – це найцікавіші автентичні завдання і рольові ігри в один і той самий час. Граючи роль, діти вчаться дивитися на проблему з різних поглядів. Веб-квест дозволяє робити відкриття, а не просто засвоювати інформацію; може завести у будь-яке місце в світі, допомогти їм стати творчими дослідниками. Крім того, Веб-квест дозволяє досліджувати проблему більш глибоко, і тому він ідеальний для дитини будь-якого віку. Він чудово підходить для навчання в команді, підвищує впевненість у своїх силах, сприяє підвищенню інтересів і розвиває самооцінку, сприяє формуванню комунікативної компетенції.

Веб-квест спрямований на розвиток у учнів навичок аналітичного та творчого мислення, формування та розвиток їх інформаційної компетентності. Тому його можна з успіхом застосовувати на уроках математики як для вивчення нового матеріалу, так і для узагальнення знань з певної теми, учням можна запропонувати різні джерела інформації з теми, різні точки зору на одну і ту ж проблему, які б спонукали учнів до самостійної роботи, опрацювання, пошуку, аналізу інформації, власної аргументованої позиції [2].

Створення Веб-квесту – це складна і кропітка робота. Але це нова сучасна педагогічна Інтернет-технологія, яка ще тільки починає впроваджуватися в навчальний процес. Використовуючи технологію навчання Веб-квест, викладач організує самостійну роботу учнів ефективно та на сучасному рівні. Навчання за допомогою Інтернет-ресурсів засноване на конструктивізмі, який ставить у центр процесу навчання особистість учня [1, с. 74].

Веб-квест – сучасна та перспективна методика, що формує у учнів інформаційну компетентність, має ряд переваг і заслуговує на впровадження в освітній процес.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Кадемія М. Ю., Шестопалюк О. В. Веб-квест у підготовці майбутніх учителів : навчально-методичний посібник. Вінниця : ТОВ Фірма «Планер», 2013. 155 с.
2. Напалков С. В. Об общей структуре и содержательной специфике тематического образовательного Web-квеста по математике. *Современные проблемы науки и образования* [Електронний ресурс]. 2013.
3. Биков В. Ю. Сучасні завдання інформатизації освіти. Інформаційні технології і засоби навчання: електронне наукове фахове видання [Електронний ресурс] / Ін-т інформ. технологій і засобів навчання АПН України, Ун-т менеджменту освіти АПН України ; гол. ред.: В. Ю. Биков. 2010. № 1(15).
4. Bernie Dodge. Some Thoughts About WebQuests. URL: [http://webquest.org/sdsu/about\\_webquests.html](http://webquest.org/sdsu/about_webquests.html)
5. Сокол І. М. Класифікація квестів. *Молодий вчений*. 2014. № 6(09). С. 138–140.

УДК 004.9

#### ІНТЕГРАЦІЯ ПЛАТІЖНОГО ФУНКЦІОНАЛУ ДО СИСТЕМ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ

*Юровський В. Е., аспірант; Лісняк А. О., к.ф.-м.н., доцент  
Запорізький національний університет*

**Актуальність.** Розробка сайтів з функціоналом інтернет-магазину є необхідністю для сучасного бізнесу, що пов'язаний з роздрібним продажем товарів. Цей факт обумовлюється тим, що населення віддає більшу перевагу магазинам, які пропонують цифрову платформу для проведення товарно-грошового обміну, який є можливим тільки у разі наявності обробнику користувацьких платежів.

**Мета дослідження.** Проаналізувати шлях інтеграції платіжного функціоналу до системи електронної комерції.

**Сутність дослідження.** Для того, щоб створити платформу для покупок в інтернеті потрібно розробити компонент, основною метою якого є обробка вхідних платежів та спрямування коштів на рахунки системи електронної комерції. Для цього у компоненті імплементується низка платіжних провайдерів [1] – платформ, які дозволяють проводити швидкі та безпечні грошові операції всередині системи між її учасниками та зовнішніми сутностями. Кожен з провайдерів реалізує певну низку методів оплати, починаючи від кредитних карт і закінчуючи електронними гаманцями. Основною задачею розробника системи є вбудовування функціоналу достатньої кількості провайдерів для того, щоб переконатись в тому, що покупець знайде підходящий йому спосіб оплати і не надасть перевагу сайту-конкуренту через його нестачу. На даний момент Ecommerce системи повинні мати інтеграцію таких провайдерів, як Liqpay [2], Paypal [3], GoCardless [4] та Stripe [5], щоб покрити більшість існуючих варіантів оплати товару.

Для інтеграції платіжного функціоналу компонент повинен реалізувати низку базових операцій – інтерфейс для обміну інформацією між системою електронної комерції та сервісом. Для цього, за допомогою обраної мови програмування та API кожного з провайдерів було реалізовано шлюзи, які втілюють основні функції, такі як оплата, повернення коштів, обробка повідомлень та генерація форми для вводу чутливих даних; сутність, яка міститиме усі дані про поточну покупку та компонент, який є реалізує інтерфейс для управління вищезазначеними елементами застосунку.

**Основні висновки.** Інтеграція платіжного функціоналу до систем електронної комерції реалізується за допомогою платіжного компоненту, який інкапсулює у собі низку провайдерів, які разом формують масив методів оплати, основна задача яких впевнитись в тому що користувач купить товар саме у цьому інтернет-магазині. Програмний продукт-результат реалізовує єдиний інтерфейс для обміну даними між інтернет-магазином та представленими платіжними сервісами з ціллю проведення товарно-грошового обміну між покупцем та продавцем.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. EcommerceWiki. What is a Payment Service Provider? Online Payments. URL: <https://www.ecommercewiki.org/index.php/topics/37/online-payments/articles/439/what-is-a-payment-service-provider>
2. Liqpay. Frequently asked questions. Liqpay Article. URL: <https://www.liqpay.ua/ru/faq>
3. English Wikipedia. PayPal. Wikipedia Article. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/PayPal>
4. Kinderpocock. How can I explain GoCardless to my customers? Kinderpocock blog. URL: <https://www.kinderpocock.co.uk/how-can-i-explain-gocardless-to-my-customers/>
5. Fundera. Stripe Review: Should You Use This Payment Processor for Your Business? Fundera blog. URL: <https://www.fundera.com/blog/stripe-reviews>

УДК 0048:681.3

## ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ У РОЗВ'ЯЗАННІ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ

*Ярош А. О., аспірантка; Кудін О. В., к.ф.-м.н., доцент  
Запорізький національний університет*

Диференціальні рівняння описують динамічні процеси у різних галузях науки та техніки. Для розв'язання різних класів диференціальних рівнянь зазвичай використовують наближені чисельні методи, наприклад, методи Гальоркіна, колокацій, Рітца, кінцевих різниць, скінченних елементів тощо. Разом із класичними підходами розвиваються методи, які вдало застосовуються у інших галузях математики, наприклад, нейронні мережі.

Підґрунтям застосувань нейромереж до розв'язання диференціальних рівнянь є здатність мереж апроксимувати неперервні функції багатьох змінних з довільною точністю, про що свідчить теорема Цибенка або універсальна теорема апроксимації. Отже, у загальному випадку, задача розв'язку крайових задач може зводитись до пошуку нейронної мережі, яка б апроксимувала функцію, похідна якої задовольняє умовам диференціальних рівнянь. При цьому, крайові умови та диференціальне рівняння виступають, зазвичай, елементами функції похибки нейронної мережі. Розглянемо далі які типи мереж та особливості їх застосування зустрічаються у роботах з цієї тематики.

Нейронні мережі прямого поширення сигналу використовуються в роботі [1] для побудови розв'язку звичайних диференціальних рівнянь та з частинними похідними. Виконано порівняння з методом Гальоркіна. Генерування наборів розв'язків для різних початкових умов пропонується у [2]. У [3] використовується рекурентна нейронна мережа апроксимації розв'язків рівнянь. Похибка чисельних методів інтегрування рівнянь з частинними похідними оптимізується з використанням згорткових LSTM нейронних мереж у роботі [4].

Диференціальні рівняння також використовуються для моделювання власне нейронних мереж, наприклад Neural-PDE [5]. У цьому випадку структура нейронної мережі відповідає певному рівнянню. Тому пошук розв'язку зводить до дослідження та обчислювальних експериментів над нейромережею.

Отже, останніми роками збільшується кількість публікацій, які присвячено проблемам застосування нейронних мереж у крайових задачах. З наведеного короткого огляду можна зробити висновок, що для розв'язку диференціальних рівнянь використовуються різноманітні архітектури мереж та способи їх використання. Актуальним є подальше дослідження з розв'язку нелінійних диференціальних рівнянь, які виникають на практиці, наприклад у будівельній механіці.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Lagaris I. E., Likas A., Fotiadis D. I. Artificial Neural Networks for Solving Ordinary and Partial Differential Equations. *IEEE Transactions on Neural Networks*, vol. 9, no. 5, pp. 987–1000, Sept. 1998, doi: 10.1109/72.712178.
2. Flamant C., Protopapas P., Sondak D. Solving Differential Equations Using Neural Network Solution Bundles. 2020. URL: <https://arxiv.org/pdf/2006.14372.pdf>

3. Cheng Chang, Liu Liu, Tieyong Zeng. Finite Difference Nets: A Deep Recurrent Framework for Solving Evolution PDEs. 2021. URL: <https://arxiv.org/pdf/2104.09625.pdf>
4. Ben Stevens, Tim Colonius. FiniteNet: A Fully Convolutional LSTM NetworkArchitecture for Time-Dependent Partial Differential Equations. 2020. URL: <https://arxiv.org/pdf/2002.03014.pdf>
5. Yihao Hu, Tong Zhao, Zhiliang Xu. Neural Time-Dependent Partial Differential Equation. 2020. URL: <https://arxiv.org/pdf/2009.03892.pdf>



## **СЕКЦІЯ 2**

### **СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ МАТЕМАТИКИ**

УДК 517.9

# ПРО РОЗВ'ЯЗНІСТЬ ЗБУРЕНОЇ КРАЙОВОЇ ЗАДАЧІ ДЛЯ РІВНЯННЯ ЛЯПУНОВА У ПРОСТОРІ $l_\infty$

Анохін А. І., аспірант; Гужва А. А., аспірант;

Панасенко Є. В., к.ф.-м.н., доцент

Запорізький національний університет

Розглянуто крайову задачу для рівняння Ляпунова у просторі  $m = l_\infty$  обмежених числових послідовностей, коли  $[A(t), Z(t)] = AZ(t) - Z(t)A$ :

$$\dot{Z}(t, \varepsilon) = AZ(t, \varepsilon) - Z(t, \varepsilon)A + \varepsilon C(t)Z(t, \varepsilon) + \Phi(t), \quad \#(1)$$

$$lZ(\cdot, \varepsilon) = \alpha + \varepsilon l_1 Z(\cdot, \varepsilon), \quad \#(2)$$

із зліченновимірними матрицями  $A$ ,  $C(t)$  і  $\Phi(t)$ :

$$A = \text{diag}\left(\frac{1}{2}, 0, \frac{1}{2}, 0, \dots, \frac{1}{2}, 0, \dots\right), \quad C(t) = \text{diag}\left(e^{\frac{1}{16}t}, e^{\frac{1}{16}t}, e^{\frac{1}{16}t}, e^{\frac{1}{16}t}, \dots, e^{\frac{1}{16}t}, \dots\right),$$

$$\Phi(t) = \text{diag}\left(e^{\frac{1}{2}t}, e^{\frac{1}{2}t}, e^{\frac{1}{2}t}, e^{\frac{1}{2}t}, \dots, e^{\frac{1}{2}t}, e^{\frac{1}{2}t}, \dots\right),$$

та крайовою умовою наступного вигляду:  $lZ(\cdot, \varepsilon) = MZ(0, \varepsilon) - NZ(\ln 2, \varepsilon) = \alpha$ , де  $M = \text{diag}(4, 8, 4, 8, \dots, 4, 8, \dots)$ ,  $N = \text{diag}(8, 8, 8, 8, \dots, 8, 8, \dots)$ ,

$\alpha = \text{diag}(\alpha_{11}, \alpha_{22}, \alpha_{33}, \dots, \alpha_{nn}, \dots)$ .

При  $\varepsilon = 0$  отримуємо породжуючу крайову задачу:

$$\dot{Z}(t) = AZ(t) - Z(t)A + \Phi(t), \quad \#(3)$$

$$lZ(\cdot) = \alpha. \quad \#(4)$$

Проектори  $P_{N(Q)}$  і  $P_{N(Q^*)}$  дорівнюють:

$$P_{N(Q)} = \text{diag}(0, 1, 0, 1, \dots, 0, 1, \dots), \quad P_{N(Q^*)} = \text{diag}(0, 1, 0, 1, \dots, 0, 1, \dots).$$

Породжуюча крайова задача (3), (4) має розв'язок, коли виконується умова розв'язності  $P_{N(Q^*)}[\alpha - l \int_0^{\cdot} e^{(\cdot-\tau)A} \Phi(\tau) e^{(\tau-)^A} d\tau] = 0$ :

$$\begin{cases} \alpha_{22} - 16 + 16\sqrt{2} = 0, \\ \alpha_{44} - 16 + 16\sqrt{2} = 0, \\ \dots \\ \alpha_{2n2n} - 16 + 16\sqrt{2} = 0, \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \alpha_{22} = 16 - 16\sqrt{2}, \\ \alpha_{44} = 16 - 16\sqrt{2}, \\ \dots \\ \alpha_{2n2n} = 16 - 16\sqrt{2}, \end{cases} \quad \text{і } \forall \alpha_{(2n-1)(2n-1)} \in \mathbb{R}.$$

Тепер розглянемо, яким чином потрібно збудити крайову задачу (3), (4), що збудена крайова задача (1), (2) мала розв'язок навіть для тих  $\alpha$ , які не задовольняють умову розв'язності  $P_{N(Q^*)}[\alpha - l \int_0^{\cdot} e^{(\cdot-\tau)A} \Phi(\tau) e^{(\tau-)^A} d\tau] = 0$ . Для розв'язання цієї проблеми знайдемо оператор  $B_0$ :

$$B_0 = \text{diag}(0, -128 + 128^{16}\sqrt{2}, 0, -128 + 128^{16}\sqrt{2}, \dots, 0, -128 + 128^{16}\sqrt{2}, \dots),$$

$$B_0^- = \text{diag}\left(0, \frac{1}{-128 + 128^{16}\sqrt{2}}, 0, \frac{1}{-128 + 128^{16}\sqrt{2}}, \dots, 0, \frac{1}{-128 + 128^{16}\sqrt{2}}, \dots\right).$$

Проектори  $P_{N(B_0)}$  і  $P_{N(B_0^-)}$  відповідно дорівнюють:

$$P_{N(B_0)} = \text{diag}(1, 0, 1, 0, \dots, 1, 0, \dots), \quad P_{N(Q^*)} = \text{diag}(1, 0, 1, 0, \dots, 1, 0, \dots).$$

Умова розв'язності  $P_{N(B_0)}P_{N(Q^*)} = 0$  виконується. Таким чином, усі умови [3] виконано і у данному випадку задача має єдиний розв'язок.

Дана теорія працює як у критичному так й у регулярному випадку [2]. Аналогічна задача у випадку, коли оператор  $A$  є не сталим, вимагає окремого дослідження.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Панасенко Є. В., Покутний О. О. Умова біфуркації розв'язків рівняння Ляпунова у просторі Гільберта. *Нелінійні коливання*. Київ: Інститут математики НАНУ, 2017. Т. 20. № 3. С. 373–390.
2. Бойчук А. А., Журавлев В. Ф., Самойленко А. М. Обобщенно-обратные операторы и нетеровы краевые задачи. Київ: Інститут математики НАНУ, 1995. 320 с.
3. Панасенко Є. В. Задача оптимізації крайової задачі для рівняння Ляпунова у просторі Гільберта. *Вісник Запорізького національного університету. Фізико-математичні науки*. Запоріжжя: ЗНУ, 2017. № 2. С. 216–223.

УДК 519.6

### МАТЕМАТИЧНЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ВІДЦИФРОВАНОГО НАБОРУ ДАНИХ АУДІОСИГНАЛУ ДЛЯ ПОДАЛЬШОЇ АРХІВАЦІЇ

<sup>1</sup>Волотко О. В., *учень*; <sup>2</sup>Зіновєєв І. В., *к.ф.-м.н., доцент*  
<sup>1</sup>Запорізька гімназія № 93; <sup>2</sup>Запорізький національний університет

Нехай аналоговий аудіосигнал відцифровано та задано відповідний ряд числових даних, що відповідає частоті дискретизації сигналу (наприклад, для частоти 44100 Гц будується ряд числових значень сигналу через однакові проміжки часу  $44100^{-1}$  с).

Поставимо задачу: представити заданий набір даних набором аналітичних функцій, кожна з яких має певний вигляд та характеризується набором фіксованої довжини числових коефіцієнтів.

Пронумеруємо, починаючи з нуля, елементи даного набору у відповідності до їх представлення в момент часу  $t_i = i \cdot \Delta t$ ,  $\Delta t = 44100^{-1}$ ,  $i = 0, 1, 2, \dots$ , та будемо позначати  $a_i = a(t_i)$ ,  $i = 0, 1, 2, \dots$ . Для заданого набору (ряду) даних  $a_i$  визначасмо локальні екстремуми із умов (1):

$$a_{i-2} \leq a_{i-1} < a_i > a_{i+1} \geq a_{i+2}, \quad a_{i-2} \geq a_{i-1} > a_i < a_{i+1} \leq a_{i+2}. \quad (1)$$

Ключова ідея для поставленої задачі: математичне представлення відцифрованого набору даних аудіосигналу для подальшої архівації (під архівацією розуміється стиснення даних – процедура перекодування даних, яка проводиться з метою зменшення їх об'єму, розміру), мета якого – заміна великої кількості даних (більше 4) на декілька (3–5) коефіцієнтів функції певного вигляду.

Першим варіантом представлення набору даних є побудова інтерполяційних функцій, наприклад, лінійних (рис. 1).

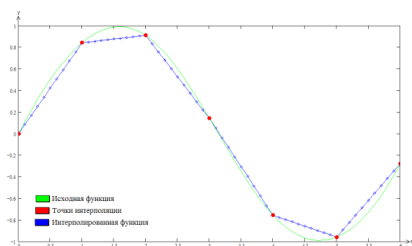


Рисунок 1 – Приклад  
лінійної інтерполяції

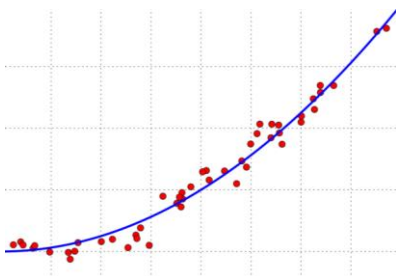


Рисунок 2 – Апроксимація  
набору точок

Найпростіший метод – ламана, що містить ці самі точки (синім пунктиром). Проте кожна з ланок потребує не менше, ніж два значення (дві координати початку і координати кінця), тоді загалом це буде  $2 \cdot (n - 1)$  значень, де  $n$  – натуральне, і замість виграшу у розмірі ми отримаємо програш.

Тому будемо шукати функцію, що буде замінити значну кількість точок (не менше 5). Даними функціями можуть бути експоненціальні, степеневі, логарифмічні, тощо.

Функції з високим степенем нам підходять не найкращим чином. Залишаються невисокі степеневі функції (2-го, 3-го порядку), проте вони лише за виключенням будуть проходити крізь десятки потрібних точок (аналогічно тригонометричні, логарифмічні та експоненціальні, які задаються лише кількома точками).

Тому логічне було звернутися до іншого методу – апроксимації, яка на відміну від інтерполяції, передбачає не повний збіг значень функції з заданими точками, а найкраще за певним критерієм наближення до них (рис. 2).

Для знаходження коефіцієнтів функції, яка апроксимуватиме набір даних, будемо використовувати метод найменших квадратів, описаний в [1].

До таких функцій висувають дві основні вимоги: за можливості вони повинні бути простими й якнайточніше відповідати експериментальним даним.

Розглядалися два варіанти функцій апроксимації (2) і (3).

$$f_1(x) = a_0 + a_1 \cdot \sin(x) + b_1 \cdot \cos(x), \quad (2)$$

$$f_2(x) = a_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2 + a_3 \cdot x^3. \quad (3)$$

Для кожної функції (2), (3) будувалась відповідна функція (4) нев'язки (похибки) наближеної рівності  $y_i = a(t_i) \approx f_k(t_i)$ .

$$F_1(a_0, a_1, b_1) = \sum_{i=1}^N (y_i - f_1(x_i))^2, F_2(a_0, a_1, a_2, a_3) = \sum_{i=1}^N (y_i - f_2(x_i))^2. \quad (4)$$

Із умов мінімуму функцій (4) будувались та в подальшому розв'язувались системи лінійних алгебраїчних рівнянь, наприклад, (5) для кубічного полінома:

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial a_0} = -2 \sum_{i=1}^N ((\tilde{y}_i - a_0 - a_1 \cdot x_i - a_2 \cdot x_i^2 - a_3 \cdot x_i^3) = 0, \\ \frac{\partial F}{\partial a_1} = 2 \sum_{i=1}^N ((\tilde{y}_i - a_0 - a_1 \cdot x_i - a_2 \cdot x_i^2 - a_3 \cdot x_i^3) \cdot (-x_i) = 0, \\ \frac{\partial F}{\partial a_2} = 2 \sum_{i=1}^N ((\tilde{y}_i - a_0 - a_1 \cdot x_i - a_2 \cdot x_i^2 - a_3 \cdot x_i^3) \cdot (-x_i)^2 = 0, \\ \frac{\partial F}{\partial a_3} = 2 \sum_{i=1}^N ((\tilde{y}_i - a_0 - a_1 \cdot x_i - a_2 \cdot x_i^2 - a_3 \cdot x_i^3) \cdot (-x_i)^3 = 0. \end{cases} \quad (5)$$

Тоді значення її коефіцієнтів знаходимо із системи.

Після числових експериментів та наочного порівняння було вирішено залишити апроксимацію кубічним поліномом, як більш ефективну.

Отже, якщо використовувати кубічний сплайн, то ряд аудіоданих можна представити, як набір кубічних поліномів (один поліном апроксимує набір даних між двома екстремумами), кожний з яких визначається четвіркою своїх коефіцієнтів, а кожне значення набору аудіоданих представляється як значення відповідного поліному у зазначений момент часу.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров: Определения. Теоремы. Формулы / [пер. И. Г. Арамановича (ред. пер.) и др.]. 6. изд., стер. СПб. [и др.]: Лань, 2003. 831 с.

УДК 519.614

### ЗАСТОСУВАННЯ СИНГУЛЯРНОГО РОЗКЛАДУ МАТРИЦЬ ДЛЯ СТИСНЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ

*Данильченко А. О., студентка; Гребенюк С. М., д.т.н., доцент  
Запорізький національний університет*

Один з найбільш ефективних методів стиснення зображень – SVD алгоритм на основі сингулярного розкладання матриць. Сингулярне розкладання – певний тип розкладання прямокутної матриці [3]. Має широке застосування, в силу своєї наочної геометричної інтерпретації, при вирішенні багатьох прикладних задач.

Сингулярне розкладання матриці  $M$  дозволяє обчислювати сингулярні числа даної матриці, а також ліві та праві сингулярні вектори матриці  $M$ :

- ліві сингулярні вектори матриці  $M$  – це власні вектори матриці  $MM^*$ ;
- праві сингулярні вектори матриці  $M$  – це власні вектори матриці  $M^*M$ .

Сингулярне розкладання використовується при вирішенні найрізноманітніших задач – від наближення методом найменших квадратів і рішення систем рівнянь до стиснення зображень. При цьому використовуються різні властивості сингулярного розкладання, наприклад, здатність показувати ранг матриці, наближати матриці даного рангу. SVD дозволяє обчислювати зворотні і псевдообернені матриці великого розміру, що робить його корисним інструментом при вирішенні задач регресійного аналізу [1].

Суть методу: розкладання вихідної матриці зображення  $A(m \times n)$  у виді  $A = USV$ , де  $S$  – сингулярна матриця, тобто діагональна матриця, на головній діагоналі якої розташовані корені з власних значень матриці  $AA^T$  в порядку

спадання [2]. Матриці  $U$  та  $V$  є ортогональними, причому стовпці матриці  $U$  являють собою власні вектори матриці  $A$ , матрицю  $V$  можна виразити у вигляді  $V = S^{-1}U^T A$ . При чому матриці  $U$  і  $V$  вибираються так, щоб діагональні елементи матриці мали вигляд

$$\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_r > \lambda_{r+1} = \dots = \lambda_n = 0$$

де  $r$  – ранг матриці  $A$ . Зокрема, якщо  $A$  невироджена, то

$$\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_n > 0.$$

Індекс  $r$  елемента  $\lambda_r$  є фактична розмірність власного простору матриці  $A$  [3, 4].

У матриці  $S$  виділяються перші  $r$  рядків і стовпців, а що залишилися виключаються. Перші  $r$  найзначиміших сингулярних чисел називаються головними компонентами. Тоді можна реконструювати вихідну матрицю з використанням меншого обсягу вхідної інформації:

$$A(m \times n) = U(m \times n)S(r \times r)V(r \times n).$$

Критерієм якості відновлення матриці  $A$  служить близькість до одиниці коефіцієнта детермінації, що розраховується за формулою:

$$Q(r) = \frac{\sum_{k=1}^r \lambda_k}{\sum_{k=1}^n \lambda_k},$$

де  $\lambda_k$  – власні значення матриці  $AA^T$ . Залежність коефіцієнта детермінації від числа головних компонент дозволяє оцінити ефективність алгоритму [1].

Викладений підхід реалізований у виді пакету програм, за допомогою якого проведено стиснення зображень. Досліджено ефективність та якість стиснення зображень при різній кількості власних значень (рис. 1–3).



Рисунок 1 – Початкове зображення

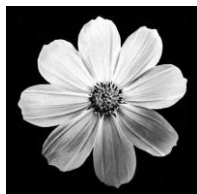


Рисунок 2 – Зображення при 40 власних значеннях



Рисунок 3 – Зображення при 20 власних значеннях

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Богданова Н. А., Зыбина Ю. С., Шпакова Е. С. Использование сингулярного разложения матриц для сжатия электронно-микроскопических изображений. *Экономические и социально-гуманитарные исследования*. 2016. № 2 (10). С. 7–11.
2. Вержбицкий В. М. Численные методы. Линейная алгебра и нелинейные уравнения : учеб. пособие для вузов. Москва : ООО Издательский дом «Оникс 21 век». 2005. 432 с.
3. Голуб Дж., Ван Лоун Ч. Матричные вычисления / пер. с англ. ; под ред. Воеводина В. В. Москва : Мир, 1999. 548 с.
4. Логинов Н. В. Сингулярное разложение матриц. Москва : МГАПИ. 1996. 80 с.

УДК 514.11

### MORLEY'S THEOREM: TRIANGLE AREA RATIO

*Kysilova D., eighth grade secondary school student;  
Fidrik O. I., mathematics teacher  
Zaporizhzhia Gymnasium No. 6*

Morley's theorem states that if in an arbitrary triangle you lead trisectrices, then the intersections of the corresponding lines give the vertices of the regular triangle (in the center). The proofs of Morley's theorem are the vast literature, in particular [1; 2 etc.].

The novelty of the research is the study of the relationship between the area of the Morley triangle and the original triangle. The inner Morley triangle has side lengths  $a = 8R \sin(\alpha) \sin(\beta) \sin(\gamma)$ , where  $R$  – circumcircle radius of the reference triangle and  $3\alpha$ ,  $3\beta$ , и  $3\gamma$  – angles of reference triangle.

Then the area of the Morley triangle ( $S_M$ ) is expressed as:

$$S_M = \frac{\sqrt{3}}{4} (a)^2, \text{ so } S_M = 16\sqrt{3}R^2 \sin^2 \alpha \cdot \sin^2 \beta \cdot \sin^2 \gamma.$$

The area of the reference triangle can be expressed as:  $S = 2R^2 \sin 3\alpha \cdot \sin 3\beta \cdot \sin 3\gamma$ . Then the ratio of the area of the Morley triangle to that of the reference triangle is:

$$\delta = \frac{S_M}{S} = \frac{16\sqrt{3}R^2 \sin^2 \alpha \cdot \sin^2 \beta \cdot \sin^2 \gamma}{2R^2 \sin 3\alpha \cdot \sin 3\beta \cdot \sin 3\gamma}.$$

1. The reference triangle is equilateral triangle. Thus  $3\alpha=3\beta=3\gamma=60^\circ$ , correspondently  $\alpha=\beta=\gamma=20^\circ$ . We have

$$\delta = \frac{S_M}{S} = \frac{16\sqrt{3}R^2 \sin^6 20}{2R^2 \sin^3 60^\circ} = 0,03.$$

2. For right triangle  $3\gamma=90^\circ$ ,  $\gamma=30^\circ$ ,

$$\delta = \frac{S_M}{S} = \frac{16\sqrt{3}R^2 \sin^2 \alpha \cdot \sin^2 \beta \cdot 1}{2R^2 \sin 3\alpha \cdot \sin 3\beta \cdot 1} = \frac{8\sqrt{3} \sin^2 \alpha \cdot \sin^2 \beta}{\sin 3\alpha \cdot \sin 3\beta}.$$

Calculations show that the maximum value  $\delta$  for rectangular triangles corresponds to an isosceles right triangle ( $\alpha=\beta=45^\circ$ ).

Conclusions: It has been shown that the ratio of the areas of the Morley triangle to the reference triangle does not depend on the size of the sides of the reference triangle and the size of the circumference, but on the angles of the reference triangle, i.e. the type of reference triangle.

#### REFERENCES

1. Steingarz L. I snova o teoreme Morli [And again about Morley's theorem]. URL: <https://geometry.ru/articles/morley.pdf>. (in Russian).
2. Shen A. Zadom napered, sovsem naoborot [Backwards, quite the opposite]. URL: <https://www.mccme.ru/shen/kvant-morley.pdf>. (in Russian).

УДК 519.1

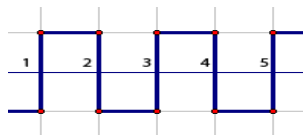
## КЛАСИФІКАЦІЯ МЕАНДРІВ ДОВЖИНИ 9

<sup>1</sup>Литвин О. Є., учень; <sup>2</sup>Гречнєва М. О., к.ф.-м.н., старший викладач  
<sup>1</sup>Василівська гімназія «Сузір'я»; <sup>2</sup>Запорізький національний університет

Термін «меандр» має географічне походження. **Меандр** – коліноподібні вигини річища рівнинної річки, радіус кривини яких визначається водністю та швидкістю течії водного потоку. В нашій роботі розглянемо математичну інтерпретацію цього поняття. В статті [1] розглядається така задача: дорога, що йде з заходу на схід перетинає декілька разів річку, що тече з південного заходу на схід. Занумеруємо мости у порядку їх слідування вздовж дороги. Пропливаючи під мостами знизу по річці, ми будемо зустрічати їх в іншому порядку. Таким чином ця річка визначає перестановку. Будемо називати перестановку **меандром**, якщо її можна задати за допомогою підходящої річки.

В статті [2] автором запропонована ідея побудови меандрів для невеликих значень  $n$  (а саме, для  $n=8$ ) яка дозволяє не тільки перелічити всі меандри, а й перебрати їх та занумерувати. Автор для подальших комбінаторних розмірковувань зображає річку на клітчастому аркуші паперу, рухаючись вздовж ліній. Дорога – горизонтальна пряма, що проходить також по лінії сітки. Ширина меандра – ширина горизонтальної полоси, в яку вкладається річка. Ширина пов'язана з «заплутаністю» русла, зі ступенем «вкладеності» петель, які робить річка.

Простий меандр – перетин дороги без петель – можна зобразити на клітчастому папері в полосі шириною 2. Наприклад на рисунку зображений меандр, якому відповідає перестановка 12345.



Елементарні меандри – меандри, які не можна розкласти в послідовність більш простих меандрів.

Наведемо класифікацію меандрів довжини 9. Спочатку підрахуємо кількість 9-меандрів, які розкладаються в послідовність елементарних 1-меандрів, 3-меандрів, 5-меандрів, 7-меандрів та 8-меандрів:

9: 1,1,1,1,1,1,1,1,1 – 1 меандр; 9: 3,1,1,1,1,1,1 – 7 меандрів; 9: 3,3,1,1,1 – 10 меандрів; 9: 3,3,3 – 1 меандр; 9: 5,1,1,1,1 – 20 меандрів; 9: 5,3,1 – 24 меандра; 9: 7,1,1 – 63 меандра; 9: 8,1 – 4 меандра.

Загальна кількість таких меандрів дорівнює 130. Але з кожного з таких меандрів можна зробити елементарний 9-меандр, застосувавши до них метод «перехлесту».

## ЛІТЕРАТУРА

1. Арнольд В. Меандри. *Квант*, 1991, № 3. С. 11–14.
2. Поздняков С. Н. Комбинаторное решение задачи о меандрах для восьми пересечений. *Компьютерные инструменты в образовании*. 2005, № 2. С. 25–29.



### **СЕКЦІЯ 3**

## **МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ ТА ПРОЦЕСІВ**

УДК 612.11:612.621:615.357:612.6-055.26

## **ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПОШУКУ РАННІХ ЛАБОРАТОРНИХ МАРКЕРІВ РИЗИКУ РОЗВИТКУ СИНДРОМУ ГІПЕРСТИМУЛЯЦІЇ ЯЄЧНИКІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ РЕПРОДУКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

*Азаров Д. О., студент; Копійка В. В., к.біол.н., доцент;  
Бекасова О. Ф., аспірант; Леонтьєва В. В., к.ф.-м.н., доцент  
Запорізький національний університет*

Частота синдрому гіперстимуляції яєчників (СГЯ), як ускладнення при екстракорпоральному заплідненні, що пов'язане з використанням гонадотропних гормонів, за даними різних авторів становить від 3–8% до 20% (у жінок з високим ризиком його розвитку) [1].

На даний час не існує єдиного діагностичного підходу для запобігання запуску даного синдрому. Використовується певний перелік показників-маркерів задля його попередження. Так, для попередньої діагностики та попередження ризику виникнення синдрому гіперстимуляції яєчників у якості маркера зараз найбільш часто використовується рівень естрадіолу, прогестерону, антимюллерів гормон та підрахунок кількості антральних (вторинних) фолікулів [2; 3].

Основною метою роботи було виявити лабораторні показники, які можуть бути інформативними для раннього відстеження моменту реалізації розвитку синдрому гіперстимуляції яєчників.

Дослідження проведено у контрольній (без ризику розвитку СГЯ) та за двома групами ризику: лабораторні показники крові жінок з нереалізованим СГЯ та з реалізованим розвитком СГЯ.

Для обробки лабораторних даних були використані статистичні методи обробки даних мовою програмування Python 3.8 на відкритому програмному забезпеченні Anaconda, з використання пакету для машинного навчання Scikit learn.

Створена програма імпортує табличні дані (вибірка показників 41 пацієнта, 74 параметри крові та фолікулярної рідини), автоматично робить видалення показників, що мають встановлений рівень пропущених значень (25% для наших даних). Обчислюються первинні статистичні показники: середні, медіанні значення та відхилення по кожній групі. Для обчислення статистичної відмінності між групами ми використовували U-критерій Манна-Уїтні (для непараметричних показників). U-value групи з гіперстимуляцією в порівнянні і контрольною групою склав = 0.0027.

Пропущені дані з меншим відсотком пропусків заповнюються медіанними показниками для кожної з груп. Будується матриця кореляції ознак, яка візуалізується у вигляді інтерактивної теплової карти (heatmap).

Після первинного дослідження дані були перемішені та автоматично поділені на 2 вибірки зі збереженням відсотку цільового класу за допомогою методу StratifiedKfold. Було обрано метод машинного навчання RandomForestClassifier з

пакету Scikit learn за параметрами: кількість дерев рішень, за якими формується передбачення цільового класу ( $n\_estimators=500$ ); бутстреп метод ( $Bootstrap=True$ ); для усунення впливу дисбалансу класів у головній вибірці використали збалансовану оцінку ваги класів за вибірками та збільшили вагу помилково негативного результату ( $class\_weight='balanced\_subsample'$ ); метод оцінки якості розбиття дерев рішень – Gini ( $criterion='gini'$ ).

За результатами навчання запропонована модель визначила найбільш діагностично значимі з досліджуваних 74-х параметрів периферичної крові фолікулярної рідини обстежуваних жінок щодо запуску розвитку синдрому гіперстимуляції яєчників (рис. 1): як ранні маркери запуску СГЯ у лабораторній практиці можуть використовуватись рівень естрадіолу, прогестерону та кількість малих постпроліферативних цитоморфометричних класів лімфоцитів (розміром до 6,0 мкм) для периферичної крові; діагностична значимість вмісту лужної фосфатази крові та іонів калію у фолікулярній рідині можуть бути пов'язані з розвитком системних ускладнень при розвитку СГЯ та потребують подальшого вивчення.

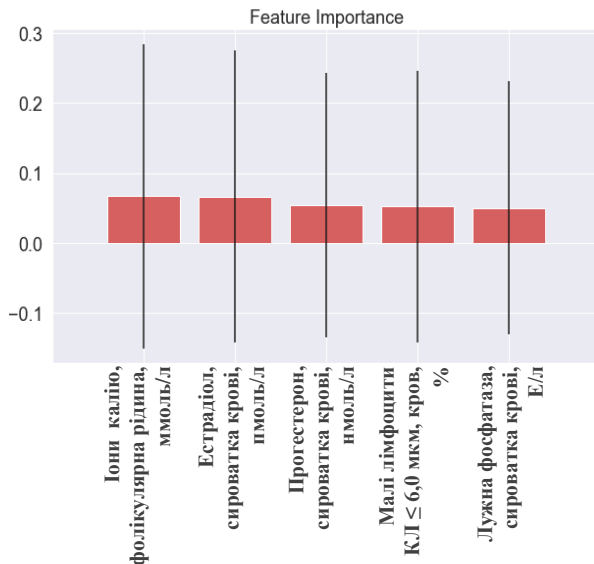


Рисунок 1

Запропонований у роботі підхід та розроблена програма можуть бути використані як при проведенні теоретичних й практичних досліджень при пошуку ранніх лабораторних маркерів ризику розвитку синдрому гіперстимуляції яєчників при використанні репродуктивних технологій, так і у навчальному процесі. В якості

основних переваг запропонованої в роботі програми можна виділити простоту у використанні, дружність у взаємодії, наочну візуалізацію результатів, а також гнучкість до вимог користувача.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Natri C. O., Teixeira D. M., Moroni R. M., et al. Ovarian hyperstimulation syndrome: pathophysiology, staging, prediction and prevention. *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*. 2015. Vol. 45. № 4. P. 377–393.
2. Ocal P., Sahmay S., Cetin M., et al. Serum anti-Müllerian hormone and antral follicle count as predictive markers of OHSS in ART cycles. *Journal of Assisted Reproduction and Genetics*. 2011. Vol. 28. № 12. P. 1197–1203.
3. Авраменко Н. В., Кабаченко О. В., Барковский Д. Є., Копійка В. В. Загальноклінічні, біохімічні показники та рівень гормонів периферичної крові жінок в умовах синдрому гіперстимуляції яєчників. *Міжнародний медичний журнал*. 2018. Т. 24, № 2. С. 41–45. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mmzh\\_2018\\_24\\_2\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mmzh_2018_24_2_10)

УДК 539.3

### ГОМОГЕНІЗАЦІЯ В'ЯЗКОПРУЖНИХ КОМПОЗИТІВ В УМОВАХ ІЗОТЕРМІЧНОСТІ

Артеменко А. О., аспірант; Клименко М. І., к.ф.-м.н., доцент  
Запорізький національний університет

У зв'язку з широким використанням композиційних матеріалів у машинобудуванні та будівництві практично важливим завданням є розробка методики визначення ефективних термопружних характеристик в'язкопружного композиту, тобто розв'язання задачі його гомогенізації.

Розглянемо односпрямований волокнистий композит, складовими елементами (фазами) якого є трансверсально-ізотропні в'язкопружна матриця та пружне волокно. Подамо представницький елемент волокнистого композиційного матеріалу у вигляді комбінації двох циліндрів – порожнистого, що моделює матрицю, та суцільного циліндра, що моделює волокно. Для знаходження ефективних пружних характеристик композиту застосуємо кінематичні умови узгодження переміщень матриці, волокна та однорідного композиту. Для цього знайдемо розв'язок крайової задачі про сумісне деформування трансверсально-ізотропної матриці та трансверсально-ізотропного волокна. На наступному кроці розв'язання задачі гомогенізації отримуємо розв'язок аналогічної крайової задачі для однорідного композита, пружні характеристики якого (ефективні характеристики) поки що є невідомими. Визначаємо компоненти напружено-деформованого стану однорідного трансверсально-ізотропного матеріалу, що моделює композит, як функції його невідомих пружних характеристик. Умовою узгодження виступає рівність деяких компонентів вектора переміщень у обох задачах. Із цієї умови знаходимо невідомі ефективні характеристики композиту.

Запропонована методика дозволить розв'язати задачу гомогенізації в'язкопружного трансверсально-ізотропного композиту, що знаходиться під дією сталого температурного поля.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ильющин А. А., Победра Б. Е. Основы математической теории термовязкоупругости. Москва : Наука, 1970. 280 с.
2. Адамов А. А., Матвеев В. П., Труфанов Н. А., Шардаков И. Н. Методы прикладной вязкоупругости. Екатеринбург, УрО РАН, 2003. 411 с.

УДК 531

**РУХ МАЛИХ ОБ'ЄКТІВ СОНЯЧНОЇ СИСТЕМИ,  
АБО ЕФЕКТ ПОЙНТИНГА-РОБЕРТСОНА**

<sup>1</sup>Буцулько Л. С., *учень*; <sup>2</sup>Білоус С. Ю., *к.п.н., завідувач філії*  
<sup>1</sup>Запорізький технічний ліцей;

<sup>2</sup>Філія – науково-дослідна експериментальна лабораторія НЦ «МАН України»

Робота присвячена вивченню впливу ефекту Пойнтинга-Робертсона на рух малих тіл у Сонячній системі.

На початку розглянута модель руху малих тіл з точку зору нерухомого спостерігача.

Доведено, що рух малих частинок у Космосі пояснюється не тільки гравітаційними силами. При цьому враховано за теорією Пойнтинга-Робертсона вплив сонячного випромінювання і оцінено відношення мас частинок, які мають різні швидкості у Космосі. Оцінено розмір малих частинок, які сонячне випромінювання буде вимітати за межі Сонячної системи. Подальше удосконалення моделі руху малих тіл ми пов'язали з рухом Землі.

Для уточнення моделі руху частинок і їх спостереження розглянуті види аберації та, зокрема, аберация, пов'язана з рухом спостерігача разом із Землею. З метою розуміння явища аберації розглянуто парадокс «кришталеві сфери».

Після цього було більш детально проаналізовано рух малих тіл Сонячної системи, при цьому отримано час падіння малого тіла, а також оцінено співвідношення мас малих тіл та діаметр тіл, що падають на Сонце за час існування Сонячної системи.

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\left(1 - \frac{r_2}{r_3} \left(\frac{v_2}{v_3}\right)^2\right)^3}{\left(1 - \frac{r_1}{r_3} \left(\frac{v_1}{v_3}\right)^2\right)^3} = \left(\frac{1 - \frac{1}{4}}{1 - \frac{1}{2}}\right)^3 = \frac{27}{8} = 3,375.$$

$$d \leq \frac{3w_3^2}{2cGMp} \approx 1 \text{ мкм} \quad - \text{ тобто частинки з розмірами, меншими за 1 мкм мас}$$

вимітати сила тиску випромінювання за межі Сонячної системи.

Проте, порівнюючи розміри частинок із довжиною хвилі, на яку припадає максимум енергії сонячного випромінювання ( $\lambda_{\text{max}} \approx 0,5 \text{ мкм}$ ), розуміємо, що для

вичерпної відповіді на запитання про долю частинок потрібно врахувати дифракцію світла. До того ж, напрямок випромінювання, який фіксує спостерігач, залежить від швидкості його руху разом із Землею.

У межах застосованої моделі залежність часу руху  $t$  від відстані до Сонця  $r$  складає

$$t = \frac{mc}{4\alpha}(r_0^2 - r^2).$$

Розміри тіл, які за час існування Сонячної системи  $t \approx 5$  млрд.р.  $= 1,5 \cdot 10^{17}$  с мали б впасти на Сонце (кінцева відстань – радіус Сонця  $r = R = 7 \cdot 10^8$  м) з початкової відстані  $r_0 \gg r_3 = 1$  а.о.  $= 1,5 \cdot 10^{11}$  м (відстань від Землі до Сонця). Оскільки  $r_0^2 \gg r^2$ , з великою точністю можна вважати, що

$$t \approx \frac{mc}{4\alpha} r_0^2 = \frac{mc^2}{4uS}. \quad (3.7)$$

Вважатимемо, що тіло має сферичну форму діаметром  $d$  і густину  $\rho = 2 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Тоді

$$m = \frac{\pi}{6} d^3 \rho$$

і вираз (3.7) для часу падіння набуває вигляду

$$t = \frac{\rho d c^2}{6u},$$

звідки знаходимо діаметр тіла

$$d = \frac{6ut}{\rho c^2} \approx \frac{6 \cdot 1370 \cdot 1,5 \cdot 10^{17}}{2 \cdot 10^3 \cdot 9 \cdot 10^{16}} \text{ м} \approx 7 \text{ м}.$$

Це значно більше від піщинки з першої задачі, але значно менше від розмірів Землі.

Оцінка наслідків теорії Пойнтинга-Робертсона щодо малих тіл Сонячної системи дозволяє стверджувати, що за час існування Сонячної системи невеликі тіла завдяки силі гравітації з боку Сонця і силі тиску сонячних променів мали б впасти на Сонце.

Однак, дійсність, як завжди, виявляється дещо складнішою за наші оцінки. Метеорити і досі падають на Землю, і найстаріші з них мають вік, близький до віку Сонячної системи. Це можна пояснити не лише тим, що ці метеорити «спустилися» з віддалених початкових орбіт, а й іншими чинниками, серед яких найголовніший – гравітаційний вплив з боку планет Сонячної системи, який ми навмисно не враховували, щоб не ускладнювати прийнятої моделі і виділити саме ефекти, пов'язані з теорією Пойнтинга-Робертсона.

Новизна роботи і практична (методична) значущість пов'язані з визначенням діаметру малих тіл, які змінюють рух завдяки розглянутим ефектам та їх спіралеподібних траєкторій.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Климишин І. А. Астрономія. Львів : Світ. 1993. 384 с. : іл. 168.
2. Яворский Б. М., Пинский А. А. Основы физики. Москва : Наука, 1977. 491 с.
3. Пинський А. А. Підручник для 10 класу з поглибленим вивченням фізики. Москва : Просвещение, 1995. 431 с.
4. Бутиков Е. И., Биков А. А., Кондратьев А. С. Фізика в примерах и задачах : уч. пособие. 4-е изд. Санкт-Петербург : Лань, 1999. 464 с.
5. Шкіль М. І., Колесник Т. В., Хмара Т. М. Підручник для 11 класу з поглибленим вивченням математики в середніх закладах освіти. Київ : Освіта, 2001. 311 с.
6. Орлянський О. Ю. Детективна історія з життя навколо зір. *Світ фізики*. № 3. Львів, 2006. С. 8–15.
7. Яворский Б. М., Детлаф А. А., Справочник по физике : пособие для аспирантов и студентов физических специальностей вузов, для инженеров и научных работников. Москва : Наука, 1974. 563 с.

УДК 519.6; 004

### МАТЕМАТИЧНИЙ ПІДХІД ДО СТИСНЕННЯ АУДИОЗАПИСІВ

<sup>1</sup>Волотко О. В., *учень*; <sup>2</sup>Зіновєєв І. В., *к.ф.-м.н., доцент*  
<sup>1</sup>Запорізька гімназія № 93; <sup>2</sup>Запорізький національний університет

В роботі наведено алгоритм стиснення аудіозаписів, заснований на ідеях апроксимації та кодування.

Порівнюючи технічні показники аудіокодеків MP3 (з втратами) та FLAC (стиснення без втрат) [1]: MP3 – квантування – 16 біт, частота дискретизації – до 48 кГц, ступінь стиснення – 11:1; FLAC: квантування – 4 – 32 біт, частота дискретизації – 1 Гц – 655.350 кГц з кроком 1 Гц, ступінь стиснення – 1.4:1 – 4:1, можна вказати на переваги та недоліки кожного з них. MP3 має умовно низький бітрейт, через що втрачає значну кількість корисного сигналу, в той же час, файли формату FLAC мають вищу частоту дискретизації та, відповідно, великий об'єм: до 10 разів більший за такий же файл у MP3. Тому розробка схем, алгоритмів стиснення аудіозаписів формату FLAC є актуальною.

Розроблено алгоритм стиснення аудіозаписів формату FLAC (без стиснення):

0. Відцифрувати аудіосигнал, побудувати масив амплітуд відповідно до діапазону частот – 44100 – 192000 Hz.

1. Позбавити масив даних від завад.

2. Визначити локальні екстремуми та побудувати масив екстремумів і масив довжин (кількість часових одиниць дискретизації між двома сусідніми екстремумами) семплів (відрізків аудіоданих між двома екстремумами) (рис. 1).

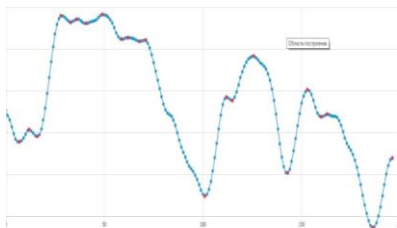


Рисунок 1 – Графічне представлення  
аудіосигналу як набору  
дискретних значень

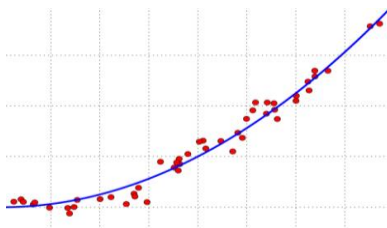


Рисунок 2 – Приклад функції  
апроксимації дискретного  
набору точок

3. Для кожного семплу, довжиною більше 4, побудувати кубічну функцію апроксимації  $y = a_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2 + a_3 \cdot x^3$ , коефіцієнти якої визначаються за допомогою методу найменших квадратів [2] та зберігаються у файл.

4. Значення довжин семплів (натуральні числа до 63) представити 6 бітними двійковими наборами. Кожні 5 з таких чисел об'єднати в один 32 бітний набір (доповнити двома нульовими бітами) та зберегти у файл.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Сравнение\\_цифровых\\_аудиоформатов](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сравнение_цифровых_аудиоформатов)
2. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров : Определения. Теоремы. Формулы. Пер. И. Г. Арамановича (ред. пер.) и др. 6. изд., стер. Санкт-Петербург : Лань, 2003. 831 с.

УДК 330.33.012:669(477)

#### МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ІНФРАСТРУКТУРНОГО РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІЙ

<sup>1</sup>Горошков С. В., студент; <sup>2</sup>Горошкова Л. А., д.е.н., доцент

<sup>1</sup>Коледж геологорозвідувальних технологій;

Київського національного університету імені Тараса Шевченка;

<sup>2</sup>Національний університет «Києво-Могилянська академія»

Актуальність дослідження зумовлена тим, що забезпечення умов сталого розвитку об'єднаних територіальних громад (ОТГ) потребує відповідного обґрунтування інфраструктурного забезпечення реформ, розробки наукових принципів і рекомендацій щодо оптимального використання природно-ресурсного та соціально-економічного.

Нами була одґрунтована доцільність оцінювати параметри сталого розвитку ОТГ не тільки за традиційними складовими, якими є економічна, екологічна і соціальна, а й за інфраструктурною складовою. Для цього доцільно запропонувати інтегральний показник сталого інфраструктурного розвитку кожної окремої ОТГ, району або області який би дозволяв здійснювати порівняння показників ОТГ не тільки в межах



району чи області, а й між областями України. Для вирішення таких завдань можливо використати теорію нечітких множин, запропоновану Лотфі Заде.

Кожен із факторів моделі інтегрального показника інфраструктурного сталого розвитку доцільно представити нечіткою множиною, оскільки він може приймати три можливі значення: для кожної окремої ОТГ, бути визначеним як середнє значення по області (просте середнє як відношення загальної величини субвенції до кількості населення або площі ОТГ), бути визначеним як середнє арифметичне зважене на відповідну величину площі або чисельності населення. Отже у кожному з двох випадків маємо трикутне нечітке число.

Аналогічним чином трикутним нечітким числом можливо представити і величину видатків розвитку на одну особу: значення для кожної окремої ОТГ, середнє значення по області (просте середнє) або середнє арифметичне зважене на відповідну чисельності населення ОТГ.

Для визначення рівня сталості області або району, існує необхідність врахування питомої ваги кожної з трьох складових: інфраструктурної субвенції у розрахунку на одного мешканця ОТГ, інфраструктурної субвенції у розрахунку на кв. км території та видатків розвитку на одного мешканця. І здійснити це доцільно експертним шляхом. У подальшому наявна можливість моделювати розвиток ситуації шляхом варіювання ваг факторів у бік збільшення ваги видатків розвитку на одного мешканця, як умови самодостатності громади. Отримане таким чином інтегральне значення рівня інфраструктурного розвитку відповідає сталому рівню, його розрахункове значення повинне бути від 1 і вище.

Було проведене порівняння показників інфраструктурного розвитку ОТГ Запорізької області впродовж 2016–2018 років (нечіткі значення показників) яке показало, що зростання рівня беззбитковості та самодостатності ОТГ, підвищився рівень сталості інфраструктурного розвитку території.

УДК 539.3,539.4,539.5

### **ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПРЯМОКУТНОЇ ОРТОТРОПНОЇ ПЛАСТИНИ**

*Дзундза Н. С., аспірантка; Зіновєєв І. В., к. ф.-м.н., доцент  
Запорізький національний університет*

Наводиться схема чисельно-аналітичного розв'язання задачі визначення НДС (напружено-деформівного стану) прямокутної ортотропної пластини, з вільними або жорстко затисненими краями, яка знаходиться під дією розподіленого поверхневого навантаження.

Розвитку чисельно-аналітичних підходів до визначення НДС анізотропних тіл (пластин, оболонок), зокрема й ортотропних, присвячена велика кількість наукових робіт, досліджень, огляд яких можна знайти в статтях та монографіях, наприклад в роботах Григоренка Я. М., Григоренка О. Я. [1], Неміша Ю. М. [2], Амбарцумяна С. О. [3] та багатьох інших, що свідчить про актуальність описаної вище проблематики.

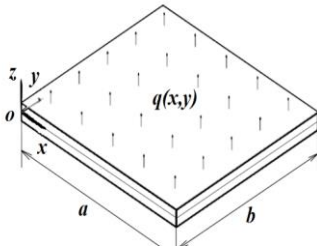


Рисунок 1 – Прямокутна  
пластина під дією  
поверхневого навантаження

Розглянемо ортотропну пластину як тривимірне тверде тіло. Введемо прямокутну систему координат, як показано на рис. 1. Тут координатні осі  $x, y, z$  збігаються з головними напрямками серединної поверхні пластини, а вісь  $z$  спрямована в бік зовнішньої нормалі до цієї поверхні. Пластина знаходиться під дією розподіленого поверхневого навантаження  $q(x, y)$ . Края пластини  $x = 0, x = a, y = 0, y = b$  можуть бути або вільними або жорстко затисненими.

Застосуємо підхід, заснований на уточненій теорії пластин, описаний в роботі [4]. Представимо переміщення пластини поліноміальними сумами (1):

$$\begin{aligned} U_1(x, y, z) &= u_0(x, y) + u_1(x, y)z + u_2(x, y)\frac{z^2}{2!} + u_3(x, y)\frac{z^3}{3!}, \\ U_2(x, y, z) &= v_0(x, y) + v_1(x, y)z + v_2(x, y)\frac{z^2}{2!} + v_3(x, y)\frac{z^3}{3!}, \\ U_3(x, y, z) &= w_0(x, y) + w_1(x, y)zS_1 + w_2(x, y)\frac{z^2}{2!}S_2, \end{aligned} \quad (1)$$

де  $S_1, S_2$  можуть бути 0 або 1 в залежності від крайових умов.

Із геометричних співвідношень (2) знаходимо вирази для деформацій:

$$\begin{aligned} \varepsilon_x &= \frac{\partial u_1}{\partial x}, \quad \varepsilon_y = \frac{\partial u_2}{\partial y}, \quad \varepsilon_{zz} = \frac{\partial u_3}{\partial z}, \quad \gamma_{xy} = \frac{\partial u_1}{\partial y} + \frac{\partial u_2}{\partial x}, \\ \gamma_{xz} &= \frac{\partial u_1}{\partial z} + \frac{\partial u_3}{\partial x}, \quad \gamma_{yz} = \frac{\partial u_2}{\partial z} + \frac{\partial u_3}{\partial y}. \end{aligned} \quad (2)$$

Вирази для напружень отримаємо із закону Гука для ортотропних пластин [3] після підстановки (1) – (2) в співвідношення (3):

$$\begin{aligned} \sigma_x &= A_{11}\varepsilon_x + A_{12}\varepsilon_y + A_{13}\varepsilon_z, \quad \sigma_y = A_{21}\varepsilon_x + A_{22}\varepsilon_y + A_{23}\varepsilon_z, \quad \tau_{xy} = A_{44}\gamma_{xy}, \\ \sigma_z &= A_{31}\varepsilon_x + A_{32}\varepsilon_y + A_{33}\varepsilon_z, \quad \tau_{xz} = A_{55}\gamma_{xz}, \quad \tau_{yz} = A_{66}\gamma_{yz}, \end{aligned} \quad (3)$$

де  $A_{ij}$  ( $i = \overline{1,6}, j = \overline{1,6}$ ) – пружні константи ортотропного матеріалу пластини.

З урахуванням (1) – (3) та варіаційного принципу Лагранжа  $\delta U = \delta A$  ( $\delta U$  – варіація потенційної енергії деформації,  $\delta A$  – робота зовнішнього навантаження) отримаємо систему рівнянь (4)

$$\begin{aligned} \delta U &= \iiint (\sigma_{xx}\delta\varepsilon_x + \sigma_{yy}\delta\varepsilon_y + \sigma_{zz}\delta\varepsilon_z + \tau_{xz}\delta\gamma_{xz} + \tau_{yz}\delta\gamma_{yz} + \tau_{xy}\delta\gamma_{xy}) dx dy dz, \\ \delta A &= \iint q(x, y) \delta \left[ w_0(x, y) + w_1(x, y)hS_2 + w_2(x, y)\frac{h^2}{2}S_2 \right] dx dy. \end{aligned} \quad (4)$$

Крайові умови мають вигляд:

$$\begin{aligned} \text{при } x = 0: \quad N_x &= \overline{N}_x \vee u_0 = \overline{u}_0, \quad N_{xy} = \overline{N}_{xy} \vee v_0 = \overline{v}_0, \quad Q_{xz} = \overline{Q}_{xz} \vee w_0 = \overline{w}_0, \\ M_x^i &= \overline{M}_x^i \vee u_i = \overline{u}_i, \quad M_{xy}^i = \overline{M}_{xy}^i \vee v_i = \overline{v}_i, \quad i = 1, 2, 3, \\ M_{xz}^i &= \overline{M}_{xz}^i \vee w_i = \overline{w}_i, \quad S_i = 1, i = 1, 2; \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \text{при } y = 0: N_{xy} = \overline{N_{xy}} \vee u_0 = \overline{u_0}, N_y = \overline{N_y} \vee v_0 = \overline{v_0}, Q_{yz} = \overline{Q_{yz}} \vee w_0 = \overline{w_0}, \\ M^i_{xy} = \overline{M^i_{xy}} \vee u_i = \overline{u_i}, M^i_y = \overline{M^i_y} \vee v_i = \overline{v_i}, i = 1, 2, 3, \\ M^i_{yz} = \overline{M^i_{yz}} \vee w_i = \overline{w_i}, S_i = 1, i = 1, 2. \end{aligned} \quad (6)$$

Тут верхніми рисками позначено складові навантажень бічних граней.  
Навантаження та переміщення представимо тригонометричними рядами:

$$\begin{aligned} u_i(x, y) = \sum_{m=1}^{\infty} U_{im}(x) \sin\left(\frac{m\pi y}{b}\right), v_i(x, y) = \sum_{m=1}^{\infty} V_{im}(x) \cos\left(\frac{m\pi y}{b}\right), i = \overline{0, 3}, \\ w_j(x, y) = \sum_{m=1}^{\infty} W_{jm}(x) \sin\left(\frac{m\pi y}{b}\right), j = \overline{0, 2}, \\ q(x, y) = \sum_{m=1}^{\infty} Q_m(x) \sin\left(\frac{m\pi y}{b}\right). \end{aligned} \quad (7)$$

Після підстановки (7) та крайових умов в рівняння теорії пластин приходимо до системи диференціальних рівнянь для функцій  $U_{im}, V_{im}, W_{jm}, i = \overline{0, 3}, j = \overline{0, 2}, m = 1, 2, 3$ , розв'язавши яку в СКА Maple, отримаємо значення переміщень  $u_i, v_i, w_j$  та напружень  $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_{xy}, \tau_{xz}, \tau_{yz}$ .

Отримані результати цілком узгоджуються з фізичним сенсом та очікуваною картиною розподілу напружень та переміщень.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Григоренко Я. М., Григоренко А. Я. Задачи статики и динамики анизотропных неоднородных оболочек с переменными параметрами и их численное решение (обзор). Прикладная механика. 2013. Т. 49, № 2. С. 3–70.
2. Nemish Y. N. Development of analytical methods in three-dimensional problems of the statics of anisotropic bodies (Review). Int Appl Mech 36, 135–172 (2000).
3. Амбарцумян С. А. Теория анизотропных пластин. Прочность, устойчивость и колебания. Изд. 2-е. Москва : Наука. 1987. 360 с.
4. Чан Н. Д., Фирсанов В. В. Напряженно-деформированное состояние прямоугельных пластин на основе уточненной теории. *Строительная механика инженерных конструкций и сооружений*. 2018. Т. 14. № 1. С. 23–32.

УДК 519.71

#### АЛГОРИТМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕПЕРЕРВНОЇ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПОЗИТИВНОЇ ДИНАМІЧНОЇ СИСТЕМИ

Єременко А. О., аспірант; Єлховська Я. А., здобувач;  
Леонтьєва В. В., к.ф.-м.н., доцент; Кондрат'єва Н. О., к.ф.-м.н., доцент  
Запорізький національний університет

У роботі запропоновано методику дослідження неперервної математичної моделі та змін основних характеристик позитивної динамічної системи, описуваної лінійним неоднорідним векторно-матричним диференціальним рівнянням виду [1-3].

$$\dot{X} = PX + QU,$$

де час  $t$  обирається неперервним;  $X = X(t)$  – вектор-стовпець розмірності  $n \times 1$  станів системи;  $U = U(t)$  – вектор-стовпець розмірності  $n \times 1$  керувань системи;  $P = (p_{ij})$ ,  $Q = (q_{ij})$  – квадратні матриці розмірностей  $n \times n$  сталих коефіцієнтів  $p_{ij}, q_{ij}$  ( $i, j = \overline{1, n}$ ), які володіють властивостями, що забезпечують приналежність досліджуваної системи до класу позитивних та асимптотичне стійких систем [1–2; 4–5].

За запропонованою методикою у роботі розроблено алгоритм дослідження неперервної математичної моделі аналізовуваної позитивної динамічної системи та основних її характеристик в залежності від обраного виду керуючих функцій  $U(t)$  – лінійного, квадратичного, кубічного, гармонічного та експоненціального видів, із метою вироблення окремих рекомендацій в тому чи іншому випадку здійснюваного керування [2; 3].

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Леонтьева В. В., Кондратьева Н. А. Построение и анализ разомкнутой непрерывной математической модели позитивной динамической системы балансового типа. *Збірник наукових праць. Вісник ЗНУ*. Запоріжжя : ЗНУ. 2010. № 1. С. 81–88.
2. Леонтьева В. В., Кондратьева Н. А. Управление в непрерывной математической модели позитивной динамической системы балансового типа. *Вестник Херсонского национального технического университета* : сб. научных статей. Херсон : ХНТУ, 2009. Вып. 2 (35). С. 273–278.
3. Леонтьева В. В., Кондратьева Н. А. Программное управление движением отдельного класса сложных динамических систем. Непрерывный случай. *Вісник ЗНУ. Фізико-математичні науки*. Запоріжжя : ЗНУ, 2017. № 1. С. 261–276.
4. Schuppen J. H. Control and System Theory of Positive Systems. Amsterdam : The Vrije Universiteit, 2007. 245 p.
5. Алілуйко А. М., Мазко О. Г. Інваріантні конуси та стійкість лінійних динамічних систем. *Український математичний журнал* 2006. Т. 58, № 11. С. 1446–1461.

УДК 519

#### ЗАСТОСУВАННЯ ІДЕЙ КОДУВАННЯ ДЛЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ПАМ'ЯТІ КОМП'ЮТЕРА

<sup>1</sup>Зіновєєв Я.-Д. І., учень; <sup>2</sup>Манько Н. І.-В., к.ф.-м.н., старший викладач  
<sup>1</sup>Запорізький ліцей № 105; <sup>2</sup>Запорізький національний університет

Поставимо задачу: запропонувати спосіб раціонального використання пам'яті комп'ютера при обробці набору цілочисельних даних.

В багатьох випадках інформація представляє з себе набори числових даних в діапазонах 1–12 (номери місяців), 1–31 (дати народження, числа місяця). Тому, можна запропонувати наступну схему: один символ, що представляється 32-бітним набором, представляти як комбінацію декількох наборів фіксованої довжини (рис. 1).

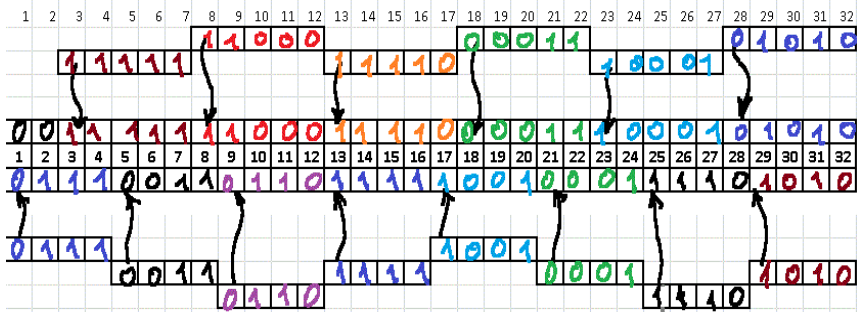


Рисунок 1 – Схема представлення наборів кодових слів в слово довжини 32

Отже, замість 6 (8) значень «корисної» довжини 5 (4) буде записаний лише один набір довжини 32, що забезпечить раціональне використання пам'яті комп'ютера (за умови програмної реалізації наведеної прямої та відповідно зворотної схем).

1. Двійкове кодування. Одиниці вимірювання двійкового коду. Кодова таблиця символів. URL: <https://naurok.com.ua/konspekt-uroku-dviykove-koduvannya-odinicivimiryuvannya-dviykovogo-kodu-kodova-tablicya-simvoliv-57449.html>

УДК 004.94

## **АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ МОДЕЛЮВАННЯ В РОЗПОДІЛЕНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ**

*Калюжняк А. В., аспірантка; Гоменюк С. І., д.т.н., професор  
Запорізький національний університет*

На сьогоднішній день 3D моделювання відіграє важливу роль в сучасному житті. В даний час воно широко використовується в самих різних сферах, які, в свою чергу вже не можуть повноцінно працювати без 3D графіки. Тривимірні анатомічні поверхні являють собою важливий інструмент в медицині, розробках ігор, машинобудуванні.

Існує кілька способів представлення об'єктів в 3D-просторі. Всі їх можна розділити на дві групи: поверхнєве, що визначає тіло шляхом обмеження його поверхні, і об'ємне, що містить всю інформацію про внутрішні точки об'єкта в просторі. В даний час поверхнєве уявлення є поширеним способом завдання геометрії розрахункової області.

Існуючі методи зображень поверхонь базуються на розсіченні простору на рівні куби (воксели) за допомогою трьох ортогональних наборів паралельних площин [1]. Відомі підходи до вирішення завдання побудови 3D поверхні мають недоліки при визначенні більше одного контуру поверхні на відрізьку. Якщо безпосереднє втручання користувача неможливе, цей недолік може бути вирішений за допомогою використання алгоритму «маршируючих кубів». Даний алгоритм дає можливість створювати 3D поверхню більш точною, так як використовує таблицю областей перегинів, щоб описати, як поверхня прорізає кожен куб в 3D наборі даних. Використання методів даного алгоритму дозволяє відображати результати в якісній формі.



Рисунок 1 –  
«Маршируючі куби»

Для створення поверхні використовують *suberille* – це розсічення простору на рівні куби (так звані воксели) за допомогою трьох ортогональних наборів паралельних площин [3]. Хоча існує багато способів відображення моделі *suberille*, найбільш реалістичні зображення виходять коли використовується градієнт, обчислений з *suberilles* в околиці, з пошуком відтінку точки на моделі.

Більшість методів побудови поверхні і відображення недосконалий, оскільки вони не враховують корисну інформацію у вихідних даних. Алгоритми з'єднання контурів не враховують зв'язність між зрізами, яка існує у вихідних даних. *Suberille* підхід, який для представлення поверхні використовує блоки в 3D-просторі, намагається відновити інформацію про затіненні блоків. Методи кидання променів або використовують тільки глибину затінення, або апроксимують затінення з

ненормованим градієнтом. Так як вони показують все значення, а не тільки ті, які видно з даної точки зору, тривимірне відчуття досягається завдяки руху.

Алгоритм «маршируючих кубів» використовує підхід «розділай і властуй», щоб знайти поверхню в логічному кубі, створеного з восьми пікселів; для кожної з двох суміжних сторін.

Алгоритм визначає, як поверхня перетинає цей куб, потім переміщається (або марширує) до наступного кубу. Щоб знайти поверхневий перетин в кубі, ми присвоюємо 1 до вершини куба, якщо значення даних в цій вершині перевищує (або дорівнює) значенням поверхні, яку ми будуємо [2] (Рис.1).

Застосування розширеного алгоритму «маршируючих кубів» в такому обсязі дозволяє повторно створити сітку оригіналу з рівномірним розподілом вершин, що необхідно для створення ігор.

Отже, даний алгоритм являється новим для побудови 3D поверхні, який доповнює знімки КТ, МРТ, дозволяючи лікарям отримати тривимірні анатомічні зображення.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Bretonnet L., Li Y., Hirsch Ch. 3D Navier–Stokes cutcell solver for octree meshes. Academy Colloquium on Immersed Boundary Methods. Amsterdam, 2009.
2. William E. Lorensen, Harvey E. Cline: Marching Cubes: A high resolution 3D surface construction algorithm. In: Computer Graphics, Vol. 21, Nr. 4, July 1987.
3. Wu Z. Accurate and efficient three-dimensional mesh generation for biomedical engineering applications : Ph.D. Dissertation. Worcester Polytechnic Institute, 2001.
4. Хасаева Д. З., Дёмин А. Ю. Визуализация 3D моделей сложных объектов с помощью метода марширующих кубов на платформе Windows Presentation Foundation. *Технологии Microsoft в теории и практике программирования* : сборник трудов XIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Томск. Томск : Изд-во ТПУ, 2016. С. 132–134.

УДК 539.3

### **ЕФЕКТИВНІ ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЛОКНИСТИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ**

*Коваль Р. А., аспірантка  
Запорізький національний університет*

Завдяки широкому застосуванню композиційних матеріалів в сучасному житті постає необхідність вивчення їх механічних властивостей. Пружно-пластична поведінка волокнистих композиційних матеріалів є досить складним процесом, який недостатньо досліджений, тому цей науковий напрям є досить актуальним. У сучасних дослідженнях, спрямованих на описання пружно-пластичної поведінки композитів, широко використовуються ефективні характеристики композитів, знайдені на основі методів гомогенізації.

У зв'язку з цим постає задача гомогенізації механічних характеристик волокнистого композита в умовах пластичного деформування.

Розглядається задача про одночасне поздовжнє та поперечне розтягнення композиту таким чином, при якому деформації в поздовжньому та поперечному напрямі були такими, що композиційний матеріал перебував у стані, плоскої деформації, тобто  $\varepsilon_{zz} = 0$ . Спочатку розглянемо вісесиметричне деформування суцільного циліндра ( $0 \leq r \leq a$ ), що моделює волокно, і двох порожнистих циліндрів, що моделюють матрицю: внутрішнього, що перебуває в пластичному стані ( $a \leq r \leq c$ ), та зовнішнього ( $c \leq r \leq b$ ) – у пружному стані.

Використовуючи співвідношення закону Гука, формули Коші, рівняння рівноваги, крайові умови, та умови пластичності Треска визначаються компоненти переміщень і напружень для матриці і волокна.

Тоді напружено-деформований стан волокна описується такими співвідношеннями:

$$\begin{aligned} u_r^{\circ}(r) &= Ar \\ \sigma_{rr}^{\circ}(r) &= E^{\circ} \left( \frac{\sigma_0^{\circ} v^{\circ}}{E^{\circ} (1 - v^{\circ})} + \frac{A}{1 - v^{\circ}} \right), \\ \sigma_{\theta\theta}^{\circ}(r) &= E^{\circ} \left( \frac{\sigma_0^{\circ} v^{\circ}}{E^{\circ} (1 - v^{\circ})} + \frac{A}{1 - v^{\circ}} \right). \end{aligned}$$

Аналогічно запишемо співвідношення, які описують пружний напружено-деформований стан матриці.

$$\begin{aligned} u_r^*(r) &= Dr + \frac{F}{r}, \\ \sigma_{rr}^*(r) &= E^* \left( \frac{\sigma_0^* v^*}{E^* (1 - v^*)} + \frac{D}{1 - v^*} - \frac{F}{r^2 (1 + v^*)} \right), \\ \sigma_{\theta\theta}^*(r) &= E^* \left( \frac{\sigma_0^* v^*}{E^* (1 - v^*)} + \frac{D}{1 - v^*} + \frac{F}{r^2 (1 + v^*)} \right). \end{aligned}$$

Та співвідношення, які описують частину матриці, що знаходиться в пластичному стані:

$$\begin{aligned} u_r^{\ddagger}(r) &= Br + \frac{C}{r} \\ \sigma_{rr}^{\ddagger}(r) &= 2\tau_t \ln r + N \end{aligned}$$



$$\sigma_{\theta\theta}^*(r) = 2\tau_i \ln r + 2\tau_i + N,$$

де символ  $\circ$  означає величини, що відносяться до волокна, символ  $*$  – величини, що відносяться до матриці у пружному стані, та  $\tilde{\phantom{x}}$  – величини, що відносяться до матриці в пластичному стані.

Далі розглянемо задачу для однорідного трансверсально-ізотропного матеріалу, що моделює поведінку композиту у пружно-пластичному стані. За допомогою порівняння напружено-деформованого стану обох задач є можливість знайти співвідношення для визначення ефективних механічних характеристик композиційного матеріалу в умовах пластичного деформування.

УДК 539.2

### ЕКСПРЕС-АНАЛІЗ ДИСПЕРСНИХ СИСТЕМ

<sup>1</sup>Кулешов І.В., учень; <sup>2</sup>Білоус С. Ю., к.п.н., завідувач філії

<sup>1</sup>Запорізький технічний ліцей, Запорізьке територіальне відділення МАН України;

<sup>2</sup>Філія – науково-дослідна експериментальна лабораторія НЦ «МАН України»

У 1992 році Конференцією ООН по довкіллю і розвитку був прийнятий документ щодо «Збереження та раціонального використання ресурсів Землі у цілях розвитку». Він містить 6 підрозділів, присвячених водним ресурсам Землі. Зокрема в одному з них, говориться про «Екологічне безпечне видалення твердих відходів з води, пов'язане з очисткою стічних вод». Це передбачає необхідність аналізу твердих домішок у воді, і це є **актуальною глобальною проблемою**.

**Мета роботи:** розробити метод експрес-аналізу дисперсних систем із застосуванням штучного інтелекту.

**Практична значущість:** можливість швидкої перевірки якості очищення води – оцінка розмірів мікрооб'єктів, що знаходяться у воді після застосування фільтрів.

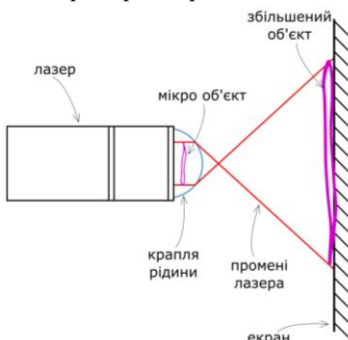


Рисунок 1 – Схема  
тіньового мікроскопу

Вода з твердими домішками – це дисперсна система, і зазвичай для вивчення її характеристик використовуються досить довготривалі, складні методики. Тому розробка простого методу аналізу дисперсної системи є актуальною проблемою.

Основа нашого пристрою для експрес-аналізу грубих дисперсних систем – тіньовий мікроскоп, де поєднується шлірен-метод та підходи Левенгука, який створив перший мікроскоп у світі. У тіньовому мікроскопі об'єкт дослідження – крапля рідини одночасно є лінзою, крізь яку проходить пучок променів лазера, в чому полягає новизна та оригінальність ідеї методу.

Основні складові пристрою – модуль лазера та модуль камери (з мікроконтролером). За допомогою камери відбувається трансляція відеопотоку в програму на комп'ютер. Програма може обробити зображення та оцінити розміри мікроб'єктів. За обробку фотографії відповідає нейронна мережа – MobileNet-SSD.



Рисунок 2 – Пристрій на базі мікроконтролеру з камерою

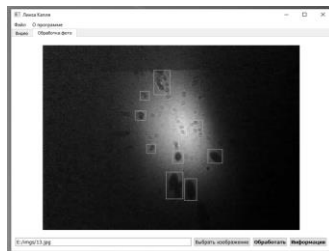


Рисунок 3 – Скріншот з програми – оброблена фотографія

#### **Принцип дії створеної системи:**

- Система дозволяє аналізувати воду на вміст мікроскопічних механічних частинок розмірами 50-300 мікрон – пилу, бруду, шматочків пластику тощо.
- Для аналізу знадобиться сам пристрій і ноутбук з встановленою програмою. Після внесення краплі рідини до пристрою за допомогою програми проводяться розрахунки за лічені секунди.
- В результаті ми отримуємо графік розподілу частинок за розмірами, тобто можливо оцінити, наскільки великі механічні частинки присутні у воді, яка їх концентрація і наскільки забруднена вода.

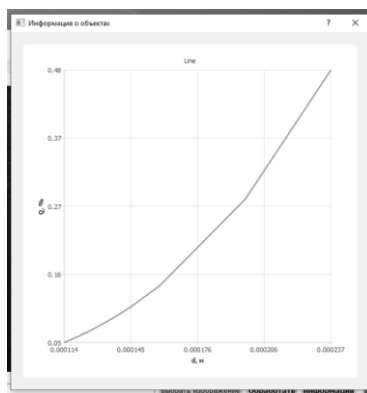
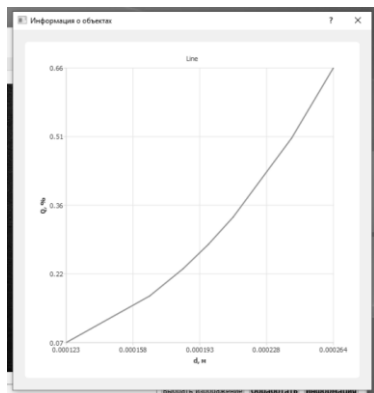


Рисунок 4 – Експериментальні графіки розподілу частинок за розмірами

Ми робили експерименти з питною водою різних виробників. На жаль, навіть після очищення води, в ній залишаються мікрочастинки відходів, пластику. Були отримані різні результати щодо концентрації цих мікрооб'єктів. Виходячи з цього, можна зробити висновок, яку воду краще вживати.

Також було проведено експериментальне дослідження дієвості нашого методу експрес-аналізу. Результати перевірки показали співпадіння характеристик зразкової дисперсної системи та характеристик експериментальної.

**Висновки.** У представленій роботі уперше застосований метод тіньового мікроскопу для експрес аналізу дисперсних систем, а також розроблений і сконструйований пристрій, де тіньовий мікроскоп поєднаний з мікрокомп'ютером, який за допомогою нейронної мережі аналізує склад дисперсної системи за короткий час.

**Запропонований пристрій для експрес аналізу дисперсних систем може бути корисним:**

- звичайним людям для перевірки якості води, яку вони вживають (адже пристрій коштує лише близько 10 \$);
- організаціям, що проводять контроль якості води;
- також в навчальних цілях – для школярів та студентів, які могли б проводити певні дослід.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Бар'яхтар В. Г., Божинова Ф. Я., Кірюхін М. М., Кірюхіна О. О. Фізика. 11 клас: Академічний рівень. Профільний Рівень : підручник для загальноосвітніх навчальних закладів. Х. : Видавництво «Ранок», 2011. 320 с.
2. Ландсберг Г. С. Оптика. Москва : Наука, 1978. 928 с. : ил.
3. Ткач Л. Фотография в мире теней. *Наука и жизнь*. 2007. № 3. С. 20–21.
4. Васильев Л. А. Теневые методы. Москва : Наука, 1968. 400 с.
5. Полянин А. Д., Полянин В. Д., Попов В. А. Универсальный справочник: Высшая математика. Физика. Теоретическая механика. Сопротивление материалов. Москва : АСТ, Астрель, 2005. 480 с.
6. Дьяконов В. П. Компьютерная математика. Теория и практика. Москва, Санкт-Петербург : «Нолидж», «Питер», 1999, 2001.
7. Яворский Б. М., Селезнёв Ю. А. Справочное руководство по физике. Москва : Наука, 1975. 624 с. : ил.
8. Білоус С. Ю. Як торговець сукном став засновником мікробіології. *Школа юного вченого. Журнал Малої академії наук для творчої молоді та її наставників*. 2013 (№ 2). С. 25.

УДК 539.3

## **ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ НЕЛІНІЙНИХ КРАЙОВИХ ІНТЕГРАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ КОНТАКТНОЇ ЗАДАЧІ ПРО ВЗАЄМОДІЮ ПРУЖНИХ ТІЛ**

*Майборода О. В., студентка магістратури; Стреляєв Ю. М., к.ф.-м.н., доцент  
Запорізький національний університет*

При контактній взаємодії пружних тіл виникає тертя, що викликає появу дотичних контактних напружень, а також зон проковзування і зчеплення на взаємодіючих поверхнях тіл. При використанні закону тертя Кулона в класичному формулюванні [1] природно очікувати, що розподіл контактних напружень істотно залежить від історії прикладання зовнішнього навантажування.

Метод нелінійних крайових інтегральних рівнянь дозволяє враховувати часткове зчеплення і проковзування на поверхні контакту, а також історію зовнішнього навантаження.

У виконаному дослідженні метод нелінійних крайових інтегральних рівнянь [2] було застосовано до розв'язання квазістатичної контактної задачі про фрикційну взаємодію циліндричного штамп з плоскою підшоєю і пружного півпростору при різних способах навантаження штамп. Досліджено вплив тертя і історії навантаження на розподіли нормальних і дотичних контактних напружень і конфігурацію області контакту. Аналіз результатів, отриманих для послідовного і простого навантажень, показує що якісні характеристики контакту тіл неможливо встановити за кінцевими значеннями нормального і дотичного зміщень штамп, не враховуючи, яким чином ці кінцеві значення були досягнуті у процесі навантажування. Встановлено, що при однакових кінцевих значеннях нормального і дотичного зміщень опори штамп у випадку простого навантаження має місце повне проковзування штамп, а у випадку послідовного навантаження в області контакту утворюється зона зчеплення. Також встановлено, що тертя і історія навантажування суттєво не впливають на розподіли нормальних напружень, що діють на поверхні штамп.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Johnson K. L. Contact Mechanics. Cambridge: Cambridge University Press, 1985. 452 p.
2. Александров А. И., Стреляев Ю. М. Метод нелинейных граничных интегральных уравнений для контактных задач теории упругости. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2014. № 3. С. 36–40.

УДК 539.3

## ГОМОГЕНІЗАЦІЯ ВОЛОКНИСТИХ КОМПОЗИТІВ В УМОВАХ НЕЛІНІЙНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ

*Морозова І. Ю., аспірантка  
Запорізький національний університет*

З кожним роком збільшується використання композиційних матеріалів при виробництві сучасної техніки. Вони використовуються при виробництві автомобілів, суден, літаків, ракет і т. д. Розширюються області застосування графітових, борних, сталевих волокон. Як матрицю застосовують полімери, метали, кераміку тощо.

Зокрема, однією з основних проблем при розв'язанні задач механіки композитів є адекватне визначення механічних властивостей композиційного матеріалу. При реалізації цього завдання найпоширенішою тенденцією є врахування специфічних властивостей матриці та волокна (анізотропії, пластичності, в'язкопружності та інших) при визначенні властивостей композита, а також урахування особливостей їх сумісного деформування (наявність перехідного шару, адгезії тощо). Процес розрахунку напружено-деформованого стану конструкцій з композитів без урахування нелінійних властивостей волокна та матриці не завжди дає адекватні результати.

Одним із шляхів гомогенізації композитів є такий. Розглянемо сумісне позовжне розтягнення суцільного циліндра, що моделює волокно, і порожнистого циліндра, що моделює матрицю. Припускаємо, що в місці зчеплення волокна з матрицею відсутній стрибок за радіальним переміщенням та радіальним напруженням, осьові переміщення та волокна, і матриці сталі й однакові.

Зауважимо, що ми розглядаємо задачу, де будемо вважати, що матеріали й матриці, й волокна є ізотропними.

Далі розглядається аналогічна задача для однорідного трансверсально-ізотропного матеріалу, що моделює поведінку композиційного матеріалу. Умовою узгодження для задачі про позовжне розтягнення однорідного трансверсально-ізотропного композита та задачі про сумісне позовжне розтягнення матриці й волокна буде виступати рівність осьових переміщень для довільної осьової координати та рівність радіальних переміщень на зовнішній частині циліндричної поверхні. При цьому у обох задачах враховується зміна геометрії, тобто деформація, в залежності від прикладеного зусилля.

Як розв'язок задачі гомогенізації отримуємо аналітичну залежність для позовжного модуля пружності та коефіцієнта Пуассона композиційного матеріалу як функцію пружних характеристик матриці та волокна, об'ємної долі їх у композиті та прикладеного навантаження.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Гребенюк С. М., Гоменюк С. І., Клименко М. І. Напружено-деформований стан просторових конструкцій на основі гомогенізації волокнистих композитів. Херсон : Гельветика, 2019. 350 с.

УДК 519.6

## СПЕЦІАЛЬНИЙ ОДНОВИМІРНИЙ СКІНЧЕННИЙ ЕЛЕМЕНТ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ НЕСКІНЧЕННИХ ОБЛАСТЕЙ

Полос С. О., студент; Гребенюк С. М., д.т.н., доцент  
Запорізький національний університет

На теперішній час досить часто зустрічаються конструктивні елементи, для яких один лінійний розмір набагато більше двох інших. При математичному моделюванні таких елементів доцільно використовувати одновимірні області нескінченної довжини. При подальшому використанні таких моделей виникає необхідність оперувати нескінченними величинами. У деяких випадках, наприклад при застосуванні чисельних методів, це не завжди зручно. Одним із найпотужніших чисельних методів є метод скінченних елементів (МСЕ). Для дослідження МСЕ нескінченних областей запропоновано ряд нескінченних двовимірних та просторових скінченних елементів [1–3].

Одною із актуальних практичних задач є задача теплопровідності, яка для необмеженого стержня, бокова поверхня якого теплоізолювана, математично формулюється таким чином.

Знайти обмежену функцію  $T(x, t) (t \geq 0, -\infty < x < \infty)$ , яка задовільняє рівнянню теплопровідності:

$$\frac{\partial T(x, t)}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 T(x, t)}{\partial x^2},$$

яке задовольняє початковій умові:

$$T(x, 0) = \varphi(x), (-\infty < x < \infty),$$

де  $a^2$  – деякий постійний коефіцієнт.

Для розв'язання одновимірної задачі теплопровідності побудуємо одновимірний нескінченний скінченний елемент, який має три вузли 1, 2, 3 з локальними координатами -1, 0 та 1, відповідно. Підберемо функції форми так, щоб у вузлі 3 глобальна координата  $x$  прямувала до нескінченності та шукана функція до 0. Тоді глобальної координати будемо мати:

$$x = \sum_{L=1}^2 \tilde{N}_L(\xi) x^L, \quad (1)$$

де  $x^L$  – координата  $L$ -ого вузла в глобальній системі координат;  $L=1, 2$ ;  $\xi$  – локальна координата;  $\tilde{N}_L(\xi)$  – функції форми  $L$ -ого вузла, які визначаються для скінченного елемента формулами виду:

для вузла 1:

$$\tilde{N}_1(\xi) = -\frac{2\xi}{1-\xi},$$

для вузла 2:

$$\tilde{N}_2(\xi) = 1 + \frac{2\xi}{1-\xi}.$$

Шукана функція (температура) апроксимується функцією:

$$T = T_1(t)N_1(\xi) + T_2(t)N_2(\xi), \quad (2)$$

де  $T_L(t)$  – температура у  $L$ -ому вузлі. Тут  $N_1(\xi)$ ,  $N_2(\xi)$  обираються таким чином, щоб при прямуванні координати  $x$  до нескінченності температура  $T$  прямувала б до 0. Це накладає певні обмеження на вибір глобальних координат скінченного елемента, які повинні відповідати локальним координатам  $\xi = 1 - 2(x^2 - x^1)/(x - 2x^2 + x^1)$ .

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Zienkiewicz O. C., Taylor R. L. The finite element method. Volume 1: The basis. Oxford : Butterworth-Heinemann. 2000. 689 p.
2. Edip K., Sheshov V., Bojadjieva J., Demir A., Ozturk H. Development of infinite elements for simulation of unbounded media. *Building materials and structures*. 2018. N 61. P. 3–13.
3. Чопоров С. В., Манько Н. І.-В., Спиця О. Г., Гребенюк С. М. Матриця жорсткості «напівнескінченного» скінченного елемента для слабкостисливого матеріалу на основі моментної схеми. *Вісник Запорізького національного університету. Фізико-математичні науки*. 2019. № 1. С. 98–106.

УДК 519.81

### АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ПЕВНОГО КЛАСУ ЗАДАЧ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

*Похваленко А. О., студентка; Кондрат'єва Н. О., к.ф.-м.н., доцент;  
Леонтьєва В. В., к. ф.-м. н., доцент  
Запорізький національний університет*

Кожна людина знайома на практиці із процесом прийняття рішень. Протягом дня ми приймаємо рішення десятками, а протягом життя – і тисячами разів. Деякі з них є простими, інші – більш складними, які в більшості ситуацій вимагають ретельного обмірковування. Сучасний ріст інформації, зокрема спеціалізованої інформації, є настільки великим, що не кожний фахівець здатний опрацювати всю інформацію власноруч, без застосування інформаційних систем та технологій, тому розробка та використання спеціального програмного забезпечення моделювання проблемних ситуацій прийняття рішень, в тому числі в умовах невизначеності, ризику та конфлікту, а також їх інтегрування до існуючих систем підтримки прийняття рішень надає можливість не тільки опрацювати великі обсяги інформації, а й отримати рішення в найкоротший термін із використанням різних методів й підходів аналізу проблемних ситуацій.

Оскільки, в загальному тлумаченні [1–5], прийняття рішень надає, насамперед, можливість вибору конкретного рішення з-поміж множини альтернативних варіантів, в якості основних та обов'язкових ознак процесу прийняття рішень виділяються опис досліджуваної проблеми, наявність й інформаційний стан осіб,

що прийматимуть рішення, а також множина допустимих й певного виду альтернатив можливих дій [1; 4].

В сучасних умовах переходу до інформаційного суспільства, в умовах збільшення інтенсивності інформаційного обміну, особливо з появою та розвитком Інтернету, при обробці великих масивів інформації та генеруванні нових знань в процесі прийняття рішень знайшла своє використання автоматизація спеціальних інформаційних систем, за допомогою яких з використанням програмно-обчислюваних засобів особа, що приймає рішення, може проєктувати, порівнювати та обирати варіанти альтернатив в більш зручний та швидкий спосіб. Такий підхід забезпечує проходження всіх стадій прийняття рішень у процесі аналітичного моделювання, в тому числі і з використанням експертних знань, та дозволяє скоротити витрати часу й інформаційних ресурсів на обробку даних, а також витрати, які виникають через обмеження в опрацюванні інформації людиною. Саме таким чином забезпечується комплексне використання технічних, математичних, інформаційних та організаційних засобів для управління досліджуваними складними об'єктами довільної фізичної природи.

В роботі, з метою автоматизації окремої частини процесу прийняття рішень в умовах невизначеності та ризику, який в подальшому можна використовувати для проведення окремих досліджень та/або інтегрування до існуючої системи підтримки прийняття рішень, розроблено програмний продукт, за допомогою якого отримано можливість автоматизованого розв'язання задачі прийняття рішення в умовах неповної інформації та ризику за допомогою складених критеріїв прийняття рішень BL (MM), BL (S) та критерію добутків [2].

Фрагмент лістингу програмного коду зазначеного продукту наведено нижче:

```
#include <iostream>
#include <conio.h>
#include <math.h>
#include <iomanip>
#include <stdlib.h>
#include <time.h>
#include <stdio.h>
#include <windows.h>
using namespace std;

int main()
{
    SetConsoleCP(1251);
    SetConsoleOutputCP(1251);
    const int n=3, m=6;
    int i,j, numO, numH;
    i=0; j=0;
    double e[n][m], a[n][m],c[n][m] , maxE, maxEE[n], Sum[n], minHH[n],
    minHHH[n], maxH, mo[n];
    system("cls");
```



```
void randomize();
srand(time(NULL));

for(i=0;i<n;i++)
{
    for(j=0;j<m;j++)
        e[i][j]=rand()%100;
}

system("cls");
cout<<"Критерий BL(ММ) "<<endl<<endl;
for(i=0;i<n;i++)
    for(j=0;j<m;j++)
        a[i][j]=e[i][j];

for(i=0;i<n;i++)    {
    maxEE[i]=a[i][0];
    for(j=0;j<m;j++)
        if(a[i][j]>maxEE[i])
            maxEE[i]=a[i][j];
}

maxE=maxEE[0]; numO = 0;
for(i=1;i<n;i++)
    if(maxE<maxEE[i])
        { maxE=maxEE[i];numO=i; }

cout<<" "<<"| ";
for (i=0; i<m; i++)
    cout<<setw(2)<<i+1<<" ";
cout << "|max";
cout<<endl<<"-----"
"<<endl;
for(i=0;i<n;i++)
{
    cout<<setw(2)<<i+1<<"| ";
    for(j=0;j<m;j++) cout<<setw(2)<<a[i][j]<<" ";
    if(j==m) cout<<"| "<<maxEE[i]<<endl;
}

cout<<endl<<"Критерий BL(S): "<<maxE<<" , № " << numO+1;
_getch();

for(i=0;i<n;i++)
```

```
for(j=0;j<m;j++)
    a[i][j]=e[i][j];

cout<<endl<<endl<<" Критерий произведений"<<endl<<endl;
for (j=0;j<m;j++)
{
    minHH[j]=a[0][j];
    for (i=0;i<n;i++)
    {
        if(a[i][j]>minHH[j]) minHH[j]=a[i][j];
    }
}

for(i=0;i<n;i++)
    for(j=0;j<m;j++)
        c[i][j]=e[i][j];

for(i=0;i<n;i++)
    for(j=0;j<m;j++)
        c[i][j]=minHH[j]-c[i][j];

for(i=0;i<n;i++)
{
    minHH[i]=c[i][0];
    for (j=0;j<m;j++)
    {
        if(c[i][j]>minHH[i]) minHH[i]=c[i][j];
    }
}

maxH=minHH[0]; numH = 0;
for (i=0;i<n;i++)
    if (minHH[i]<maxH) { maxH=minHH[i]; numH=i;}

cout<<" "<<"| ";
for (i=0; i<m; i++)
    cout<<setw(2)<<i+1<<" ";
cout << "|max|";
cout<<endl<<"-----"
"<<endl;

for (i=0;i<n;i++)
{
    cout<<setw(2)<<i+1<<"| ";
```

```
for (j=0;j<m;j++) cout<<setw(2)<<c[i][j]<<" ";
    cout<<setw(2)<<"|
"<<setw(2)<<minHHH[i]<<"|"<<setw(6)<<setw(4)<<endl;
}
cout<<endl<<maxH<<"", № "<<numH+1<<endl;

    _getch();
    return 0;
}
```

За допомогою розробленого продукту проведено обчислювальні експерименти для задач прийняття рішень в умовах невизначеності та ризику, в результаті використання якого за даним експериментом отримано із множини існуючих альтернативних стратегій задачі оптимальні стратегії, які збігаються із відомими результатами, що повністю доводить достовірність та точність отримуваних результатів використанням запропонованого продукту.

Запропонований програмний продукт дозволяє отримати оптимальні рішення задач прийняття рішень в умовах неповної інформації та ризику. Крім того, розроблений програмний продукт може бути використаний як на підприємствах при визначенні стратегії дій, так і в навчальному процесі.

В якості основних переваг запропонованого в роботі програмного продукту можна виділити наступні: простота у використанні, дружність у взаємодії, навіть для недосвідчених користувачів; наочна візуалізація результатів; можливість одночасного використання декількох критеріїв прийняття рішень; гнучкість до вимог користувача. Крім того, використання на практиці запропонованого продукту може надати можливість полегшення виконання одного або більше етапів прийняття рішень (збору інформації, проектування, відбору альтернатив), збільшення продуктивності праці осіб, що приймають рішення, удосконалення рішень, упорядкування й полегшення аналізу можливих шляхів розв'язування проблем, а також полегшення процесу знаходження, обчислювання й тлумачення результатів аналізу рішень тощо.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Шапиро Д. И. Математические методы в проблеме принятия решения. Москва : НСК, 1974. 49 с.
2. Мушик Э., Мюллер П. Методы принятия технических решений. Москва : Мир, 1990. 208 с.
3. Беляев Л. С. Решение сложных оптимизационных задач в условиях неопределенности. Новосибирск : Наука, 1978. 126 с.
4. Демиденко М. А. Системи підтримки прийняття рішень : навч. посіб. Нац. гірн. ун-т. Дніпро : 2016. 104 с.
5. Ситник В. Ф. Системи підтримки прийняття рішень : навч. посіб. Київ : КНЕУ, 2004. 614 с.

УДК 539.371

## МЕТОД МАТРИЦЬ ТИПУ ГРІНА В ЗАДАЧІ ПРО РОЗРАХУНОК СТАТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ ДВОХ ОРТОГОНАЛЬНО СПРЯЖЕНИХ ПЛАСТИН ПРИ КРАЙОВИХ УМОВАХ СИМЕТРІЇ

Проценко В. О., студентка; Левчук С. А., к.ф.-м.н., доцент  
Запорізький національний університет

Розглянемо задачу про пружну рівновагу пари пластин, з'єднаних під прямим кутом. На паралельних ребру з'єднання краях складеного тіла оберемо спеціальні крайові умови – умови симетрії (рис. 1). Відзначимо, що з фізичної точки зору досліджуване тіло може бути моделлю бічних стінок паралелепіпеда. Це забезпечується спеціальними умовами симетрії на обох краях складеного тіла, що паралельні ребру з'єднання пластин. Спосіб розрахунку, запропонований нижче, дозволяє розраховувати статичне деформування просторової конструкції з двох пластин в умовах довільного поверхневого навантаження (даний спосіб розрахунку розвивався у роботах [1; 2]).

Нехай мова йде про побудову матриці типу Гріна задачі, яка описує статичне деформування пари пластин, з'єднаних під прямим кутом з умовами симетрії на паралельних ребру з'єднання краях (див. рис. 1).

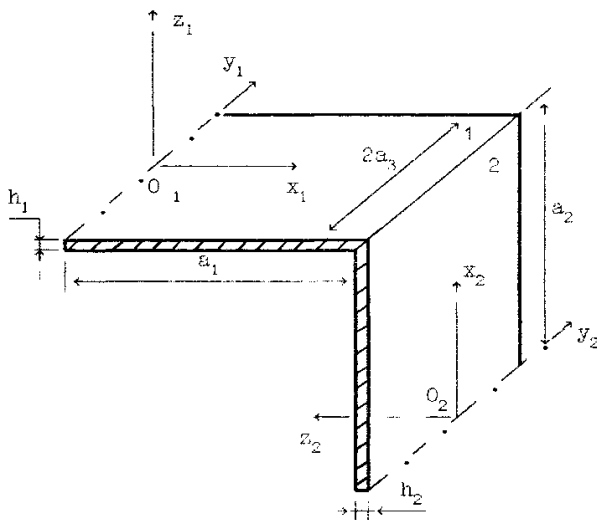


Рисунок 1 – Складене тіло з двох пластин, при умовах симетрії на краях  
(під дією довільного навантаження)

Для визначення пружної рівноваги кожної з пари пластин може бути використана система диференціальних рівнянь у переміщеннях [3]:

$$\begin{aligned}\Delta U_v + \frac{\lambda_v + \mu_v}{\mu_v} \frac{\partial}{\partial x_v} \left[ \frac{\partial U_v}{\partial x_v} + \frac{\partial V_v}{\partial y_v} \right] &= X_v \\ \Delta V_v + \frac{\lambda_v + \mu_v}{\mu_v} \frac{\partial}{\partial y_v} \left[ \frac{\partial U_v}{\partial x_v} + \frac{\partial V_v}{\partial y_v} \right] &= Y_v \\ \Delta \Delta W_v &= Z_v,\end{aligned}\tag{1}$$

де  $U_v = U_v(x_v, y_v)$ ,  $V_v = V_v(x_v, y_v)$ ,  $W_v = W_v(x_v, y_v)$  – проекції вектора зміщень  $\Psi_v = \Psi_v(x_v, y_v)$  на відповідні осі декартової системи координат;  $X_v = X_v(x_v, y_v)$ ,  $Y_v = Y_v(x_v, y_v)$ ,  $Z_v = Z_v(x_v, y_v)$  – праві частини, що враховують інтенсивність зовнішнього поверхневого навантаження та фізичні характеристики пластини,  $\lambda_v$ ,  $\mu_v$  – коефіцієнти Ламе,  $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x_v^2} + \frac{\partial^2}{\partial y_v^2}$  – диференціальний оператор Лапласа. Тут і нижче  $v = 1, 2$  і позначає номер пластини у складеній конструкції.

Умови симетрії на краях складеного тіла можуть мати вигляд [2]:

$$U_v|_{x_v=0} = 0, \quad \frac{\partial V_v}{\partial x_v}|_{x_v=0} = 0, \quad \frac{\partial W_v}{\partial x_v}|_{x_v=0} = 0, \quad \frac{\partial^3 W_v}{\partial x_v^3}|_{x_v=0} = 0.\tag{2}$$

Для умов з'єднання пластин мають місце вирази (формулюються із фізичних міркувань) [2]:

$$\begin{aligned}W_1|_{x_1=a_1} &= U_2|_{x_2=a_2}, \quad U_1|_{x_1=a_1} = -W_2|_{x_2=a_2}, \\ V_1|_{x_1=a_1} &= V_2|_{x_2=a_2}, \quad \frac{\partial W_1}{\partial x_1}|_{x_1=a_1} = \frac{\partial W_2}{\partial x_2}|_{x_2=a_2}, \\ T_{1x}|_{x_1=a_1} + Q_{2x}|_{x_2=a_2} &= 0, \quad T_{2x}|_{x_2=a_2} - Q_{1x}|_{x_1=a_1} = 0, \\ S_{1xy}|_{x_1=a_1} - S_{2xy}|_{x_2=a_2} &= 0,\end{aligned}\tag{3}$$

де  $Q_{1x}$ ,  $Q_{2x}$  та  $T_{1x}$ ,  $T_{2x}$  – поперечні та розтягувальні сили відповідно;  $S_{1xy}$ ,  $S_{2xy}$  – зсувні зусилля;  $M_{1x}$ ,  $M_{2x}$  – згинальні моменти.

Їх вирази через складові вектора зміщень мають вигляд [3]:

$$T_{vx} = \frac{E_v h_v}{1 - \sigma_v^2} \left( \frac{\partial U_v}{\partial x_v} + \sigma_v \frac{\partial V_v}{\partial y_v} \right), \quad Q_{vx} = -\frac{E_v h_v^3}{12(1 - \sigma_v^2)} \frac{\partial}{\partial x_v} \Delta W_v,$$

$$S_{vyv} = \frac{E_v h_v}{2(1 + \sigma_v)} \left( \frac{\partial U_v}{\partial y_v} + \frac{\partial V_v}{\partial x_v} \right), \quad M_{vx} = - \frac{E_v h_v^3}{12(1 - \sigma_v^2)} \left( \frac{\partial^2 W_v}{\partial x_v^2} + \sigma_v \frac{\partial^2 W_v}{\partial y_v^2} \right). \quad (4)$$

Розв'язок досліджуваної задачі будемо шукати у вигляді тригонометричних рядів вигляду:

$$U_v(x_v, y_v) = \sum_{k=1,3}^{\infty} U_{vk}(x_v) \cos \frac{k\pi y_v}{2a_3}; \quad V_v(x_v, y_v) = \sum_{k=1,3}^{\infty} V_{vk}(x_v) \sin \frac{k\pi y_v}{2a_3};$$

$$W_v(x_v, y_v) = \sum_{k=1,3}^{\infty} W_{vk}(x_v) \cos \frac{k\pi y_v}{2a_3}, \quad (5)$$

де  $2a_3$  – довжина першої і другої пластини у напрямку осей  $(OY_1)$  і  $(OY_2)$ .

Компоненти правих частин диференціальних рівнянь також подамо у вигляді відповідних тригонометричних рядів.

В результаті підстановки (5), у (1), одержимо систему звичайних диференціальних рівнянь з сталими коефіцієнтами для кожної з пари пластин:

$$\frac{d^4 W_{vk}}{dx_v^4} - 2 \left( \frac{k\pi}{2a_3} \right)^2 \frac{d^2 W_{vk}}{dx_v^2} + \left( \frac{k\pi}{2a_3} \right)^4 W_{vk} = Z_{vk},$$

$$(1 + q_v) \frac{d^2 U_{vk}}{dx_v^2} - \left( \frac{k\pi}{2a_3} \right)^2 U_{vk} + q_v \frac{k\pi}{2a_3} \frac{dV_{vk}}{dx_v} = X_{vk}, \quad (6)$$

$$\frac{d^2 V_{vk}}{dx_v^2} - \left( \frac{k\pi}{2a_3} \right)^2 (1 + q_v) V_{vk} - q_v \frac{k\pi}{2a_3} \frac{dU_{vk}}{dx_v} = Y_{vk},$$

$$\text{де } q_v = \frac{\lambda_v + \mu_v}{\mu_v}.$$

Введемо позначення  $l = k\pi / (2a_3)$ . Підставляючи (5) у умови симетрії (2), а також в умови з'єднання пластин (3), перетворимо їх до вигляду:

умови симетрії:

$$U_{vk} \Big|_{x_v=0} = 0, \quad \frac{dV_{vk}}{dx_v} \Big|_{x_v=0} = 0, \quad \frac{dW_{vk}}{dx_v} \Big|_{x_v=0} = 0, \quad \frac{d^3 W_{vk}}{dx_v^3} \Big|_{x_v=0} = 0 \quad (7)$$

умови з'єднання елементів:

$$W_{1k} \Big|_{x_1=a_1} = U_{2k} \Big|_{x_2=a_2}, \quad U_{1k} \Big|_{x_1=a_1} = -W_{2k} \Big|_{x_2=a_2},$$

$$V_{1k} \Big|_{x_1=a_1} = V_{2k} \Big|_{x_2=a_2}, \quad \frac{dW_{1k}}{dx_1} \Big|_{x_1=a_1} = \frac{dW_{2k}}{dx_2} \Big|_{x_2=a_2},$$

$$\begin{aligned}
 & \frac{h_1^2}{12} \left[ \frac{d^3 W_{1k}}{dx_1^3} - l^2 \frac{dW_{1k}}{dx_1} \right] \Big|_{x_1=a_1} + \left[ \frac{dU_{2k}}{dx_2} + \frac{q_2-1}{2q_2} l V_{2k} \right] \Big|_{x_2=a_2} = 0, \\
 & -\frac{h_2^2}{12} \left[ \frac{d^3 W_{2k}}{dx_2^3} - l^2 \frac{dW_{2k}}{dx_2} \right] \Big|_{x_2=a_2} + \left[ \frac{dU_{1k}}{dx_1} + \frac{q_1-1}{2q_1} l V_{1k} \right] \Big|_{x_1=a_1} = 0, \\
 & \left[ \frac{dV_{1k}}{dx_1} - l U_{1k} \right] \Big|_{x_1=a_1} - \left[ \frac{dV_{2k}}{dx_2} - l U_{2k} \right] \Big|_{x_2=a_2} = 0, \\
 & \left[ \frac{d^2 W_{1k}}{dx_1^2} - \frac{q_1-1}{2q_1} l^2 W_{1k} \right] \Big|_{x_1=a_1} - \left[ \frac{d^2 W_{2k}}{dx_2^2} - \frac{q_2-1}{2q_2} l^2 W_{2k} \right] \Big|_{x_2=a_2} = 0.
 \end{aligned} \tag{8}$$

Враховуючи, що фундаментальна система розв'язків диференціальних рівнянь (6) відома і має вигляд [3]:

$$W_{vk}^{(1)}(x_v) = ch(lx_v), \quad W_{vk}^{(2)}(x_v) = sh(lx_v), \quad W_{vk}^{(3)}(x_v) = x_v ch(lx_v), \quad W_{vk}^{(4)}(x_v) = x_v sh(lx_v),$$

$$U_{vk}^{(1)}(x_v) = ch(lx_v), \quad U_{vk}^{(2)}(x_v) = sh(lx_v), \quad U_{vk}^{(3)}(x_v) = x_v ch(lx_v), \quad U_{vk}^{(4)}(x_v) = x_v sh(lx_v),$$

$$V_{vk}^{(1)}(x_v) = -sh(lx_v), \quad V_{vk}^{(2)}(x_v) = -ch(lx_v),$$

$$V_{vk}^{(3)}(x_v) = -\frac{2+q_v}{q_v l} ch(lx_v) - x_v sh(lx_v), \quad V_{vk}^{(4)}(x_v) = -\frac{2+q_v}{q_v l} sh(lx_v) - x_v ch(lx_v),$$

доцільно подальший розв'язок системи звичайних диференціальних рівнянь (6) здійснювати методом варіації довільних сталих, при цьому, одержимо вирази:

$$\begin{aligned}
 W_{vk}(x_v) &= \int_0^{x_v} Z_{vk}(\xi) \frac{sh(l(\xi - x_v)) - l(\xi - x_v) ch(l(\xi - x_v))}{2l^3} d\xi + \sum_{i=1}^4 \gamma_{vk}^{(i)} W_{vk}^{(i)}(x_v), \\
 U_{vk}(x_v) &= \int_0^{x_v} X_{vk}(\xi) \frac{q_v l(\xi - x_v) ch(l(\xi - x_v)) - (2+q_v) sh(l(\xi - x_v))}{2l(1+q_v)} d\xi - \\
 & - \int_0^{x_v} Y_{vk}(\xi) \frac{q_v}{2(1+q_v)} (\xi - x_v) sh(l(\xi - x_v)) d\xi + \sum_{i=5}^8 \gamma_{vk}^{(i)} U_{vk}^{(i-4)}(x_v), \\
 V_{vk}(x_v) &= \int_0^{x_v} X_{vk}(\xi) \frac{q_v}{2(1+q_v)} (\xi - x_v) sh(l(\xi - x_v)) d\xi - \\
 & - \int_0^{x_v} Y_{vk}(\xi) \frac{q_v l(\xi - x_v) ch(l(\xi - x_v)) + (2+q_v) sh(l(\xi - x_v))}{2l(1+q_v)} d\xi + \sum_{i=5}^8 \gamma_{vk}^{(i)} V_{vk}^{(i-4)}(x_v).
 \end{aligned} \tag{9}$$

Потім, використовуючи додаткові умови (7), (8), слід визначити невідомі сталі  $\gamma_{vk}^{(i)}$ . Підставляючи знайдені  $\gamma_{vk}^{(i)}$  у (9), а потім отримані вирази у (5), одержимо остаточний розв'язок задачі (1) – (3) у вигляді:

$$\begin{aligned} \Psi_v(x_v, y_v) = & \int_{-a_3}^{a_3} \int_0^{a_1} \Omega_v(x_v, y_v, \xi, \eta) \Phi_1(\xi, \eta) d\xi d\eta + \\ & + \int_{-a_3}^{a_3} \int_0^{a_2} \Theta_v(x_v, y_v, \xi, \eta) \Phi_2(\xi, \eta) d\xi d\eta, \end{aligned} \quad (10)$$

де  $\Omega_v(x_v, y_v, \xi, \eta)$ ,  $\Theta_v(x_v, y_v, \xi, \eta)$  – побудовані матриці типу Гріна для даної задачі, які мають вигляд:

$$\begin{aligned} \Omega_v(x_v, y_v, \xi, \eta) = & \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{a_3} \vartheta_k(y_v) \omega_{vk}(x_v, \xi) \vartheta_k(\eta); \\ \Theta_v(x_v, y_v, \xi, \eta) = & \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{a_3} \vartheta_k(y_v) \theta_{vk}(x_v, \xi) \vartheta_k(\eta), \end{aligned} \quad (11)$$

де  $\omega_{vk}(x_v, \xi)$ ,  $\theta_{vk}(x_v, \xi)$  – компоненти матриць типу Гріна (більш детально про матриці типу Гріна див. [1]),

$$\vartheta_k(y_v) = \begin{Bmatrix} \cos(k\pi / (2a_3)y_v) & 0 & 0 \\ 0 & \sin(k\pi / (2a_3)y_v) & 0 \\ 0 & 0 & \cos(k\pi / (2a_3)y_v) \end{Bmatrix}; \quad (12)$$

$\Phi_v(\xi, \eta)$  – вектор правих частин рівнянь (1).

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Левчук С. А. Матриці Гріна рівнянь та систем еліптичного типу для дослідження статичного деформування складених тіл : дис. кандидата фіз.-мат. наук: 01.02.04 / Левчук Сергій Анатолійович. Запоріжжя : ЗДУ, 2002. 150 с.
2. Левчук С. А. Моделювання симетричного напружено-деформованого стану складеного тіла з двох пластин з'єднаних під прямим кутом за допомогою матриць Гріна. *Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні*. Запоріжжя : ЗНТУ, 2010. № 2. С. 116–119.
3. Биргер М. А., Пановко Я. Г. Прочность, устойчивость, колебания: В 3 т. Москва : Машиностроение, 1968. Т. 1. 832 с.



УДК 517.9

**АСИМПТОТИКО-ЧИСЕЛЬНИЙ ПІДХІД ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ  
РІВНЯНЬ МАТЕМАТИЧНОЇ ФІЗИКИ ЗІ ЗМІННИМИ КОЕФІЦІЄНТАМИ  
ПРИ НАЯВНОСТІ  $\delta$ -ФУНКЦІЇ**

*Руденко Д. О., магістр; Гришак В. З., д.т.н., професор  
Запорізький національний університет*

Розглядається задача динаміки систем із змінними за часом параметрами і дискретно-континуальними характеристиками у нелінійній постановці. Основне диференціальне рівняння розглянутої системи є сингулярним диференціальним рівнянням із змінними коефіцієнтами і «малим» параметром при старшій похідній із спеціальною правою частиною у формі:

$$\varepsilon^2[y''(t) + \alpha(t)y'(t)] + \beta(t)y(t) = -\bar{N}(t)y^3(t) - \bar{\gamma}(t)y'(t)\delta(t - t_0), \quad (2)$$

де  $\omega^2(t) = \omega_0^2\beta(t)$ ,  $\omega_0^2 \gg 1$  – власна частота коливань.  $\varepsilon^2 = \frac{1}{\omega_0^2} \ll 1$ ,  $\delta(t - t_0)$  – функція Дірака,  $\bar{N} = \mu\bar{N}_0(t)$ ,  $\mu$  – параметр нелінійності системи ( $\mu < 0$ ). Диференціальне рівняння (2) є аналогом рівняння Дюфінга з кубічною нелінійністю.

Застосовуючи гібридний асимптотичний підхід [1], отримано наближений аналітичний розв'язок задачі. Для заданих параметрів досліджуваної системи чисельні результати представлені на рисунках.

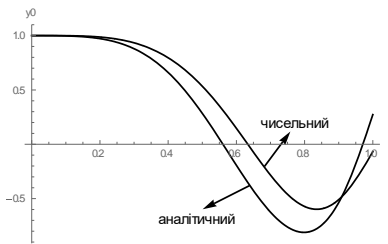


Рисунок 1 – Порівняння наближеного аналітичного та чисельного розв'язків при  $\varepsilon = 0,1$

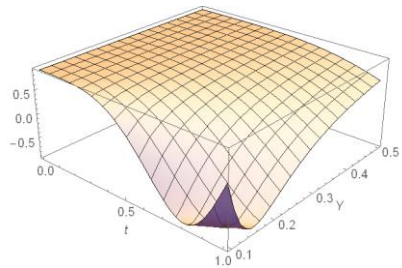


Рисунок 2 – Тривимірна залежність розв'язку від малого параметру  $\varepsilon$

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Руденко Д. О., Гришак В. З. Асимптотичний розв'язок диференціальних рівнянь другого порядку зі змінними коефіцієнтами з нелінійністю у першій похідній. *Молода наука – 2019* : збірник наукових праць студентів, аспірантів і молодих вчених, у 5 т. (м. Запоріжжя, 15-17 квітня 2019 р.). Запоріжжя : ЗНУ, 2019. Т. 1. С. 52–53.

УДК 519.2(075)

## УЗАГАЛЬНЕНІ АДИТИВНІ МОДЕЛІ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

<sup>1</sup>Сарабеева Є. В., студентка; <sup>2</sup>Швидка С. П., к.ф.-м.н., доцент

<sup>1</sup>Запорізький державний медичний університет;

<sup>2</sup>Запорізький національний університет

Узагальнені адитивні моделі розширюють клас лінійних моделей і дозволяють моделювати нелінійні відношення у гнучкій формі. Припустимо, що деяка результативна ознака  $y$  залежить від декількох факторних ознак  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ . Можливо побудувати регресійну модель, яка містить перетворення і комбінації предикторів, що дасть можливість зробити модель гнучкою. Проте у багатьох випадках складно знайти адекватну модель, навіть враховуючи широкий вибір трансформацій. Альтернативним є непараметричний підхід, що дозволяє уникнути параметричних припущень про вид функцій  $f$ :

$$y|x \sim \text{Distr}\{y|\theta_1 = \mu(x), \theta_2, \dots, \theta_p\},$$

$$M(y|x) = \mu(x) = g^{-1}\{\beta_0 + f(x_1) + f(x_2) + \dots + f(x_n) + \varepsilon\},$$

де  $\text{Distr}$  – вид функції розподілу,  $\theta_i, i=1, \dots, p$  – параметри розподілу,

$M(y|x) = \mu(x)$  – умовне математичне сподівання,  $g$  – функція зв'язку,  $\beta_0$  – невідомий коефіцієнт,  $f(x_i)$  – нелінійні функції змінної  $x_i, i=1, \dots, n$ ,  $\varepsilon$  – член похибки. У загальному випадку нелінійною функцією є гладжуючий сплайн.

Модель застосовано до дослідження залежності середньої чисельності паразита *Ligophorus pilengas* від довжини хазяїна, а саме кефалі піленгаса, зібраної з Азовського моря. Емпіричні дані були люб'язно надані співробітниками кафедри біології лісу, мисливствознавства та іхтіології ЗНУ. В якості закону розподілу був обраний негативний біноміальний розподіл (NB) з двома параметрами: математичним сподіванням  $\mu$  та параметром  $k$ , що характеризує агрегацію. Узагальнена адитивна регресійна модель має вигляд:

$$(\text{Середня чисельність})^{1/2} \sim NB(\mu, k);$$

$$M((\text{Середня чисельність})^{1/2}) = \mu;$$

$$D((\text{Середня чисельність})^{1/2}) = \mu + \mu^2/k;$$

$$\text{модель: } \log(\mu) = f(\text{довжина риби}),$$

де  $D$  – дисперсія.

Виявлено, що ймовірність наявності паразита збільшується зі зростанням довжини риби до 63–65 см, далі слідує плато. Обчислення проведено у середовищі R.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Wood S.N. Generalized Additive Models. Chapman and Hall/CRC, New York, 2017. URL: <https://doi.org/10.1201/9781315370279>.

УДК 539.3

**ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ТРАНСВЕРСАЛЬНО-ІЗОТРОПНОГО КОМПОЗИТНОГО МАТЕРІАЛУ  
В УМОВАХ СТАРІННЯ**

*Скрипник К. В., аспірант; Клименко М. І., к.ф.-м.н., доцент  
Запорізький національний університет*

Трансверсально-ізотропні волокнисті композитні матеріали широко використовують при виготовленні різноманітних деталей машин та елементів конструкцій. При цьому важливим для адекватного моделювання напружено-деформованого стану таких матеріалів є врахування явища старіння матеріалу, коли відбувається зміна у часі їхніх механічних властивостей. При моделюванні процесу деформування старіючого тіла під дією навантаження істотним є врахування моменту його виготовлення, починаючи з якого відбуваються зміни його механічних властивостей [1].

Закон деформування старіючого матеріалу у одновимірному випадку можна записати у вигляді співвідношення – аналогу закону Гука [2]:

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma(t)}{E(t)} - \int_0^t \sigma(t) \cdot \frac{\partial}{\partial t} \left[ \frac{1}{E(t)} - C(\tau) \right] d\tau, \quad (1)$$

де  $\varepsilon = \varepsilon(t)$  – лінійна деформація матеріалу,  $\sigma = \sigma(t)$  – напруження,  $C(\tau) = K(1 - e^{-\gamma\tau})$ . Сталі  $K$  та  $\gamma$  визначаються з експериментальних даних.

Отже, моделювання напружено-деформованого стану старіючого матеріалу для одновимірного випадку у вигляді (1) зводиться до знаходження функції модуля пружності  $E(t)$ . Модель (1) можна записати у операторному вигляді  $\varepsilon(t) = \bar{F}[\sigma(t)]$ , де  $\bar{F}$  – інтегральний оператор, що відповідає рівності (1).

Замінивши цим співвідношенням вирази виду  $\frac{1}{E}\sigma$  у формулах закону Гука для трансверсально-ізотропного тіла, отримаємо систему інтегральних співвідношень.

Задача визначення ефективних характеристик трансверсально-ізотропного композиту зводиться до розв'язання крайових задач для його представницької комірки при різних типах її деформування з подальшим використанням кінематичних умов узгодження для відповідних переміщень матриці, волокна та однорідного композиту [3]. При цьому отримуємо задачі розв'язання систем інтегральних рівнянь виду (1). Переміщення, напруження та деформації є функціями часу. Модулі пружності  $E_1, E_2$  та модуль зсуву  $G_{12}$  є операторами, параметри яких потрібно визначити, коефіцієнти Пуассона – сталі величини. Визначення ефективних характеристик волокнистого композиту з врахуванням старіння матеріалу дозволить використати їх при розрахунку напружено-деформованого стану виготовлених з нього конструкційних елементів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Арутюнян Н. Х., Манжиров А. В. Контактные задачи теории ползучести. Ереван : Изд-во АН Армянской ССР, 1990. 318 с.
2. Самуль В. И. Основы теории упругости и пластичности. Москва : Высшая школа, 1982. 264 с.
3. Клименко М. І., Гребенюк С. М., Гоменюк С. І. Ефективні механічні характеристики в'язкопружних композитів. Херсон : Гельветика, 2019. 300 с.

УДК 531.383

**ГІРОСКОПІЧНА СИСТЕМА ЯК СИСТЕМА  
АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ: АЛГОРИТМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ  
ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ**

*Собокар Н. В., магістр; Леонтєва В. В., к.ф.-м.н., доцент;  
Кондрат'єва Н. О., к.ф.-м.н., доцент  
Запорізький національний університет*

У роботі динамічна система з гіроскопічною структурою при дії дисипативних сил та сил радіальної корекції з урахуванням певного нелінійного змішаного виду зовнішніх збурень [1], представляється як система автоматичного керування та описується за допомогою уточненої математичної моделі у просторі станів, яка подається у вигляді лінійаризованих диференціальних рівнянь зі складеною нелінійною правою частиною та, в залежності від певних фізичних обмежень об'єкта, має дві різні форми подання – при існуючій можливості (неможливості) об'єднання збурюючих сил, діючих на систему, тобто у вигляді

$$\begin{cases} \dot{X}(t) = \tilde{A}X(t) + F(t); \\ Y(t) = \tilde{C}X(t), \end{cases}$$

де  $X(t) = [X_1(t), \dots, X_n(t)]^T$  – вектор стану системи розмірності  $n \times 1$ ;

$F(t) = [f_1(t), \dots, f_n(t)]^T$  – вектор керування системи розмірності  $n \times 1$ , що відповідає за зовнішні збурення з урахуванням можливості (неможливості) їх об'єднання;  $Y(t) = [Y_1(t), \dots, Y_r(t)]^T$  – вектор виходу системи розмірності  $r \times 1$ ;

$\tilde{A} = [\tilde{a}_{ij}]_{n \times n}$ ,  $\tilde{C} = [\tilde{c}_{ij}]_{r \times n}$  – матриці відповідно стану та виходу системи.

Для розглядуваної в роботі системи пропонується методика проведення аналізу основних властивостей керованої системи автоматичного керування [2; 3]. За розробленою методикою в роботі, таким чином, проводиться аналіз керованості, спостережуваності, ідентифікованості та параметричної чутливості досліджуваної системи для двох випадків – при існуючій можливості (неможливості) об'єднання збурюючих сил, діючих на систему. В результаті застосування пропонованої

методики є можливим не тільки отримання висновків про володіння системи зазначеними властивостями, а й здійснення визначення характеру володіння цими властивостями, залежності отримуваних висновків від основних характеристик системи, а також характеру та розміру впливу на результати дослідження врахованих в аналізовуваних моделях системи об'єднаних (роздільних) зовнішніх нелінійних збурень.

Отримані в роботі результати дозволяють систематизувати основні етапи, методи та підходи до отримання ефективного алгоритму комплексного дослідження основних властивостей гіроскопічних систем та можуть бути використані для розширення можливостей здійснення аналізу фундаментальних властивостей динамічних систем.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Леонтьєва В. В., Кондрат'єва Н. О., Єлховська Я. А. Ідентифікованість за станом динамічної системи з гіроскопічною структурою при дії дисипативних сил та сил радіальної корекції з урахуванням певного нелінійного змішаного виду зовнішніх збурень. *Вісник Запорізького національного університету. Фізико-математичні науки*. 2020. № 1. С. 46–54.
2. Новицький В. В. Керування гіроскопічними системами та інші задачі аналітичної механіки. *Праці Інституту математики НАН України. Математика та її застосування*. Київ : Інститут математики НАН України. 2008. Т. 78. 124 с.
3. Kvakernaak H., Siwan R. *Linear Optimal Control Systems*. New York : Wiley-Interscience, 1972. 575 pp.

УДК 539.3

### **ЕФЕКТИВНІ ПРУЖНІ СТАЛІ КОМПОЗИТІВ З ПОРОЖНИСТИМИ ВОЛОКНАМИ ПРИ ПОПЕРЕЧНИХ ДЕФОРМАЦІЯХ**

*Столярова А. В., аспірантка  
Запорізький національний університет*

Розглядається односпрямований волокнистий композиційний матеріал, армований трансропними порожнистими волокнами. На основі методу гомогенізації, сформульовано задачі про поперечне розтягнення та зсув. В кожному випадку розв'язується по дві крайові задачі: перша про поперечні деформації складеного циліндра (трансропні матриця та порожнисте волокно), друга про суцільний однорідний трансропний циліндр, що моделює композит.

Площини ізотропії для матриці, волокна та композиційного матеріалу співпадають та перпендикулярні осі волокна. Зв'язок між напруженнями та деформаціями описується законом Гука. На міжфазовій поверхні композита виконуються умови ідеального з'єднання.

З розв'язання задач про поперечне розтягнення та поперечний зсув, знаходяться, відповідно, аналітичні вирази для  $\frac{1-v_{23}}{E_2}$  та  $\frac{1+v_{23}}{E_2}$ , що залежать від пружних характеристик транстропних матриці, волокна, а також об'ємних часток волокна  $f$  та порожнини у волокні  $g$ .

Враховуючи, що  $\frac{1-v_{23}}{E_2} + \frac{1+v_{23}}{E_2} = \frac{2}{E_2}$  та  $\frac{1+v_{23}}{E_2} - \frac{1-v_{23}}{E_2} = \frac{2v_{23}}{E_2}$ , вдається можливим знаходження аналітичного співвідношення для ефективного поперечного модуля пружності  $E_2$  та коефіцієнта Пуассона  $v_{23}$ .

Проведено розрахунки для композита з ізотропними складовими – епоксидною матрицею ЕДТ-10 та волокном з алюмоборосилікатного скла з пружними характеристиками, відповідно:  $E^* = 2,9 \cdot 10^3$  МПа,  $\nu^* = 0,35$ ,  $E^\circ = 7,31 \cdot 10^4$  МПа,  $\nu^\circ = 0,25$  [1].

Так, наприклад, для  $f = 0,1$  та  $g = 0,00001$  отримали  $E_2 = 3268,76$  МПа і  $\nu_{23} = 0,523$ ;  $f = 0,1$  та  $g = 0,01$  отримали  $E_2 = 3272,08$  МПа і  $\nu_{23} = 0,542$ ; для  $f = 0,1$  та  $g = 0,02$  маємо  $E_2 = 3272,64$  МПа і  $\nu_{23} = 0,563$ .

Слід відзначити, що зі збільшенням значенням  $g$  (об'ємної частки порожнини у волокні), поперечний модуль пружності зменшується.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Композиционные материалы: Справочник / Под общ. ред. Васильева В. В., Тарнопольского Ю. М. Москва : Машиностроение, 1990. 512 с.
2. Гребенюк С. Н., Гоменюк С. І., Клименко М. І. Напружено-деформований стан просторових конструкцій на основі гомогенізації волокнистих композитів: монографія. Херсон : Видавничий дім «Гельветика», 2019. 350 с.

УДК 539.3

### ЗАДАЧА ПРО КОНТАКТНУ ВЗАЄМОДІЮ ПЛОСКОГО ШТАМПА З ЗАОКРУГЛЕНИМ КРАЄМ ТА ПРУЖНОГО ПІВПРОСТОРУ ПРИ НЕМОНОТОННОМУ НАВАНТАЖЕННІ

Стреляєв О. Ю., аспірант; Стреляєв Ю. М., к.ф.-м.н., доцент;

Тітова О. О., к.т.н., доцент

Запорізький національний університет

У доповіді розглянуто контактну задачу про фрикційний контакт жорсткого плоского кругового циліндричного штампа з заокругленим краєм та лінійно пружного ізотропного півпростору. Для урахування тертя використовувався закон Кулона [1]. Немонотонне нормальне навантажування тіл здійснювали за трьох монотонних етапів – зростаюче навантаження, розвантаження та повторне навантаження. Процес

навантажування моделювався скінченним числом станів рівноваги – кроків навантажування. Задача зведена до послідовного розв’язування серії однотипних систем нелінійних граничних інтегральних рівнянь [2; 3] що відповідають різним крокам дискретного процесу навантажування. Чисельний метод розв’язання отриманих систем полягав в їх регуляризації, дискретизації і застосуванні ітераційного процесу для наближеного розв’язання дискретизованих систем.

Отримано чисельні розв’язки розглянутої контактної задачі на останньому кроці кожного етапу навантажування. Обчислення виконували при різних значеннях радіуса плоскої центральної ділянки основи штампа. Встановлено, що після першого етапу навантажування кругова область контакту поділяється на кругову зону зчеплення у центрі і кільцеву зону проковзування біля межі. Після проходження другого етапу розвантаження радіус центральної зони зчеплення зменшується і біля межі ділянки контакту утворюється друга кільцева зона зчеплення. Нарешті після третього етапу повторного навантаження кільцева зона зчеплення зникає, а радіус центральної зони зчеплення збільшується у порівнянні з його значенням досягнутим після першого етапу. Так у випадку коли радіус плоскої ділянки становить 80 % радіуса ділянки контакту це збільшення сягає 24% його попереднього значення.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Kalker, J. J. A survey of the mechanics of contact between solid bodies. ZAMM, 1977. В. 57, Н. 5. Р. Т3–Т17.
2. Стреляев Ю.М. Метод нелинейных граничных интегральных уравнений для решения квазистатической контактной задачи о взаимодействии упругих тел при наличии кулонова трения. *Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Физико-математические науки*. 2016. Т. 20, № 2. С. 306–327.
3. Стреляев Ю. М., Тітова О. О. Контакт зі зчепленням і проковзуванням циліндричного плоского штампа з заокругленим краєм та пружного півпростору. *Вісник Запорізького національного університету. Серія: Фізико-математичні науки*. 2020. № 1. С. 86–92.

УДК 539.3

#### **КОНТАКТ ПЛОСКОГО ЦИЛІНДРИЧНОГО ШТАМПА І ПРУЖНОГО ПІВПРОСТОРУ ПРИ НОРМАЛЬНОМУ І ДОТИЧНОМУ НАВАНТАЖЕННІ**

*Стреляєв О. Ю., аспірант; Стреляєв Ю. М., к.ф.-м.н., доцент  
Запорізький національний університет*

У доповіді представлено новий підхід до числового розв’язання контактної задачі про взаємодію кругового циліндричного штампа с плоскою основою та пружного півпростору з урахуванням тертя. Цей підхід базується на модифікації закону тертя Кулона [1] в загальній постановці квазістатичної просторової

контактної задачі [2]. На основі збурення крайових умов контактну задачу зведено серії однотипних нелінійних інтегральних рівнянь [2].

Метод наближеного розв'язання [2] отриманих рівнянь включає в себе їх регуляризацію (в сенсі А.Н.Тихонова [3]), дискретизацію регуляризованих рівнянь та побудову збіжного ітераційного процесу [4] для розв'язання дискретизованих рівнянь контактної задачі.

Отримано чисельні розв'язки розглянутої контактної задачі при послідовній дії на штамп монотонно зростаючих нормальної та дотичної сил. Досліджено залежність контактного тиску та дотичних контактних напружень від дотичного навантаження. Знайдено конфігурації зон зчеплення та проковзування при різних значеннях дотичного переміщення штампа. Встановлено, що навіть при малому дотичному навантаженні вдавненого в півпростір штампа утворена при нормальному навантаженні кругова зона зчеплення втрачає симетрію і зміщується до межі основи штампа. Знайдено умову початку повного проковзування штампа. Досліджено залежність напрямів дотичних контактних напружень від відстані до осі симетрії основи штампа паралельної до напрямку проковзування. Встановлено, що найбільше відхилення від напрямку проковзування напрями дотичних напружень мають в зонах на межі основи штампа найбільш віддалених від цієї осі.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Johnson, K. L. Contact Mechanics. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1985. 452 p.
2. Стреляев Ю. М. Метод нелинейных граничных интегральных уравнений для решения квазистатической контактной задачи о взаимодействии упругих тел при наличии кулонова трения. *Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Физико-математические науки*. 2016. Т. 20, № 2. С. 306–327.
3. Тихонов А. Н., Арсенин В. Я. Методы решения некорректных задач. Москва : Наука, 1986. 288 с.
4. Стреляев Ю. М. Решение квазистатической контактной задачи теории упругости с учетом трения. *Вісник Запорізького національного університету. Серія: Фізико-математичні науки*. 2014. № 2. С. 161–172.

УДК 539.3,539.4,539.5

### **ОСЕСИМЕТРИЧНА КОНТАКТНА ЗАДАЧА ПРО ДІЮ СФЕРИЧНОГО ШТАМПУ НА ШАРУВАТИЙ ПРУЖНИЙ ПІВПРОСТІР**

*Шека А. А., аспірантка; Зіновєєв І. В., к.ф.-м.н., доцент  
Запорізький національний університет*

Розглядається задача про дію сферичного гладкого штампу на двошаровий пружний півпростір, поверхня якого має мікронерівності, відстань між якими значно менша за товщину шару. Необхідно визначити внутрішні напруження, що виникають в півпросторі при осесиметричному навантаженні.



Осесиметричні задачі розглядалися в дослідженнях багатьох авторів. Наприклад, Р. М. Раппопорт [2] за допомогою інтегральних перетворень Ханкеля і Фур'є методом пошарового розв'язання отримано розв'язок для дво- та тришарового півпросторів; В. І. Петришиним та А. К. Приварниковим [3] з використанням спеціальних рекурентних співвідношень для визначення трансформант інтегрального перетворення Ханкеля напружень та переміщень в шарах розв'язувалась осесиметрична задача для багатошарової основи.

Розв'язок задач шукаємо в просторі трансформант інтегрального перетворення Ханкеля, при цьому напруження та переміщення в шарі й основі представляються у формі Лява, шорсткість поверхневого шару моделюється як додатковий шар, пружні характеристики якого визначаються нормальним тиском  $p(x, y)$ , а функція (1) апроксимується кусково-лінійно.

Спираючись на результати роботи [1], граничні умови на поверхні простору представимо у вигляді:

$$w(x, y) = \tilde{C}[p(x, y)] + \tilde{A}[p(x, y)], \quad (1)$$

де  $\tilde{C}[p(x, y)]$  – наближена функція додаткового зміщення.

Математична модель будується у припущенні, що при великій товщині верхнього шару (покриття з мікронерівностями) впливом півпростору (підкладки) на функцію додаткового зміщення можна знехтувати;  $\tilde{A}[p(x, y)]$  – функція, що описує розв'язок задачі про контакт гладкого штампу з гладким двошаровим півпростором.

Підсумкова система рівнянь розв'язувалась чисельно-аналітично за допомогою системи аналітичних обчислень Maple.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Торская Е. В. Модели фрикционного взаимодействия тел с покрытиями. Москва, Ижевск : Институт компьютерных исследований. 2020. 296 с.
2. Раппопорт Р. М. К вопросу о построении решения осесимметричной и плоской задач теории упругости для многослойной среды. Изв. ВНИИГ, 1963. Т. 73. С. 193–204.
3. Петришин В. И., Приварников А. К. Основные граничные задачи теории упругости для многослойных оснований. *Прикладная механика*. 1965. Т. 1. С. 58–66.

## ЗМІСТ

### СЕКЦІЯ 1

#### **ІНФОРМАТИКА ТА НОВІТНІ КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ..... 3**

<i>Алексанян Д. Е., Тітова О. О. Розробка сайту ItHelp з динамічним контентом з використанням WordPress .....</i>	<i>5</i>
<i>Барнаш М. І., Лісняк А. О. Огляд та порівняння реляційних та NoSQL СКБД.....</i>	<i>5</i>
<i>Барау К., Мухін В. В., Зіновєєв І. В. Розробка програмно-апаратного комплексу моніторингу серцебиття.....</i>	<i>7</i>
<i>Бартенєв А. О. Методи машинного навчання у віртуалізації досліджень стану об'єктів космічної техніки.....</i>	<i>8</i>
<i>Бердюк К. В., Циммерман Г. А. Розробка веб-додатку для поширення ідей машинного навчання серед користувачів інтернету.....</i>	<i>9</i>
<i>Біленко І. В., Пшенична О. С. Актуальність використання онлайн сервісів для розробки інтерактивних вправ для уроків обслуговуючої праці.....</i>	<i>10</i>
<i>Бут І. С., Пшенична О. С. Актуальність методики проектного навчання інформатики в умовах карантинних обмежень.....</i>	<i>12</i>
<i>Волков В. К., Горбенко В. І. Застосування web-технологій у реалізації Kanban.....</i>	<i>14</i>
<i>Гапонов Д. О., Стреляєв Ю. М. Розробка веб-сайту «Вантажні перевезення» з використанням WordPress .....</i>	<i>15</i>
<i>Гаращенко А. Є., Гаращенко А. П. Демонстрація підходів до вивчення алгоритмізації.....</i>	<i>16</i>
<i>Гостєва П. Р., Циммерман Г. А. Використання Youtube у роботі вчителя в умовах дистанційного навчання.....</i>	<i>18</i>
<i>Данчук І. А., Борю С. Ю. Дослідження використання Kerberos аутентифікації в Windows LSA-сервісах .....</i>	<i>19</i>
<i>Домашенко Д. Г., Швидка С. П. Розробка і проектування бази даних «Сесія».....</i>	<i>20</i>
<i>Дребезов Д. О. Розробка ReactNative застосунку обліку обладнання засобами PostgreSQL.....</i>	<i>21</i>
<i>Дугієнко О. Е., Циммерман Г. А. Використання інтернет-технологій на уроках інформатики .....</i>	<i>22</i>
<i>Жуков О. О., Горбенко В. І. Методики визначення елементів складної біологічної системи за допомогою нейромережових моделей хмарного сервісу Azure.....</i>	<i>23</i>
<i>Зайцева С. Б., Решевська К. С. Цифрова обробка аудіоданих .....</i>	<i>24</i>
<i>Згоняйко Є. І., Москальов П. О., Циммерман Г. А. Розробка бази даних з веб-інтерфейсом для підготовки до ЗНО з української мови.....</i>	<i>26</i>

*«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ  
МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ»*

<i>Ігнатченко М. С. Застосування патерну проєктування Prototype при паралельній реалізації методу скінченних елементів .....</i>	<i>27</i>
<i>Кальниченко Д. О., Панасенко Є. В. Про інтеграцію OpenStreetMap у CMS Drupal .....</i>	<i>31</i>
<i>Клеменко О. Ю., Циммерман Г. А. Міжпредметність у шкільному курсі інформатики.....</i>	<i>32</i>
<i>Клєстова В. С. Актуальність використання z-буферизації у комп'ютерній графіці.....</i>	<i>34</i>
<i>Крижевська А. А., Циммерман Г. А. Проєктування інтерактивного засобу для навчання економіки.....</i>	<i>35</i>
<i>Кулешов І.В., Білоус С. Ю. Застосування нейронних мереж для конкретних цілей .....</i>	<i>36</i>
<i>Лазарева Д. А., Циммерман Г. А., Тихонська Н. І. Розробка інструментальних засобів для підготовки учнів молодших класів до математичних конкурсів....</i>	<i>40</i>
<i>Лисак А. В., Дериведмідь М. Г., Циммерман Г. А. Встановлення, налаштування і навчання нейронної мережі для розпізнавання зображень.....</i>	<i>41</i>
<i>Лутаєва О. М., Кривохата А. Г. Розробка додатку «Family Budget» з використанням Android Studio.....</i>	<i>42</i>
<i>Луцик Ю. О. Розробка веб застосунку засобами ReactJS та MongoDB.....</i>	<i>43</i>
<i>Майборода О. В., Матвійшина Н. В. Деякі аспекти розробки вебресурсу для вивчення інформатики в школі .....</i>	<i>44</i>
<i>Макароцькіна Д. О., Решевська К. С. Розробка дидактичних ігор для навчання інформатиці у школі на базі платформи Kahoot.....</i>	<i>45</i>
<i>Малюга М. В., Тітова О. О. Розробка веб-додатку «Графіки онлайн» з використанням React .....</i>	<i>47</i>
<i>Матузко В. Д., Гоменюк С. І. Об'єктно-орієнтовна модель утиліти для автоматизованого перекладу інтерфейсу програм.....</i>	<i>47</i>
<i>Митрошин К. В., Кривохата А. Г. Розробка застосунку «Pre-order goods» з використанням фреймворку React Native .....</i>	<i>48</i>
<i>Моторнюк А. О., Чопорова О. В. Розробка інформаційної системи для інтернет розсилки з використанням фреймворку Yii2 .....</i>	<i>50</i>
<i>М'якутіков Б. О., Циммерман Г. А. Розробка клієнта для створення ботів Discord .....</i>	<i>52</i>
<i>Новиков Н. Г., Чопоров С. В. Розробка вебсайту з використанням Nuxt js та Laravel .....</i>	<i>53</i>
<i>Огернич І. С., Циммерман Г. А. Програмний супровід процесу вивчення комп'ютерного моделювання на уроках інформатики.....</i>	<i>54</i>

<i>Пастух Д. О., Циммерман Г. А. Проблема вибору інструментального програмного забезпечення при вивченні програмування в школі .....</i>	<i>55</i>
<i>Переварюха К. С., Матвійшина Н. В. Аспекти розробки мультимедійного ресурсу для підтримки науково-дослідницької діяльності учнів .....</i>	<i>57</i>
<i>Перепич Є. В., Решевська К. С. Розробка мобільного додатку автоматизації бронювання переговорних кімнат для проведення відеоконференцій .....</i>	<i>58</i>
<i>Петров Я. Б., Борю С. Ю. Розробка картографічного сервісу та статистичної адміністративної панелі .....</i>	<i>59</i>
<i>Пилипенко Д. А. Розробка Java додатку розподіленої обробки даних засобами MapReduce .....</i>	<i>60</i>
<i>Полос С. С., Д'яченко Н. М. Реалізація на Python алгоритму Джонсона про верстати .....</i>	<i>61</i>
<i>Потурвай М. І., Швидка С. П. Проектування і реалізація візуальної новели за допомогою рушія на мові Python .....</i>	<i>65</i>
<i>Прудка А. О., Циммерман Г. А. Реалізація міжпредметних зв'язків математики та інформатики.....</i>	<i>66</i>
<i>Руденко М. В., Матвійшина Н. В. Особливості розробки програмного забезпечення для тестування та контролю знань учнів.....</i>	<i>68</i>
<i>Сілена Д. В., Дериведмідь М. Г., Циммерман Г. А. Кібербулінг як предмет вивчення на уроках інформатики .....</i>	<i>69</i>
<i>Спаська А. А., Кривохата А. Г. Розробка Android-застосунку для відстеження симптомів порушення здоров'я .....</i>	<i>70</i>
<i>Степанова О. С., Матвійшина Н. В. Ділова гра як ефективний метод навчання майбутніх ІТ-фахівців.....</i>	<i>71</i>
<i>Туйнова Т. К., Бондаренко А. П. Створення чат-бота для шкільного каналу в Telegram.....</i>	<i>72</i>
<i>Турченко С. А., Москальов П. О. Бібліотека процедурної генерації ігрового контенту .....</i>	<i>73</i>
<i>Чміль М. М. Синтез природньої мови методами машинного навчання .....</i>	<i>74</i>
<i>Чорний К. П., Чопорова О. В. Розробка нейронної мережі для передбачення ціни на будинки .....</i>	<i>74</i>
<i>Юрійчук Ю. В., Решевська К. С. Розробка навчального веб-квесту з математики у середній школі.....</i>	<i>76</i>
<i>Юровський В. Е., Лісняк А. О. Інтеграція платіжного функціоналу до систем електронної комерції .....</i>	<i>77</i>
<i>Ярош А. О., Кудін О. В. Застосування нейронних мереж у розв'язанні диференціальних рівнянь.....</i>	<i>79</i>

<b>СЕКЦІЯ 2 СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ МАТЕМАТИКИ .....</b>	<b>81</b>
<i>Анохін А. І., Гужва А. А., Панасенко Є. В.</i> Про розв'язність збуреної крайової задачі для рівняння Ляпунова у просторі $l_\infty$ .....	82
<i>Волотко О. В., Зіновсєв І. В.</i> Математичне представлення відцифрованого набору даних аудіосигналу для подальшої архівації .....	83
<i>Данильченко А. О., Гребенюк С. М.</i> Застосування сингулярного розкладу матриць для стиснення зображень .....	85
<i>Kyslova D., Fidrik O. I.</i> Morley's theorem: triangle area ratio .....	87
<i>Литвин О. Є., Гречнева М. О.</i> Класифікація меандрів довжини 9 .....	88
<b>СЕКЦІЯ 3 МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ ТА ПРОЦЕСІВ .....</b>	<b>89</b>
<i>Азаров Д. О., Конійка В. В., Бекасова О. Ф., Леонтьєва В. В.</i> Використання інформаційних технологій у пошуку ранніх лабораторних маркерів ризик розвитку синдрому гіперстимуляції яєчників при використанні репродуктивних технологій.....	90
<i>Артеменко А. О., Клименко М. І.</i> Гомогенізація в'язкопружних композитів в умовах ізотермічності .....	92
<i>Буцулько Л. С., Білоус С. Ю.</i> Рух малих об'єктів сонячної системи, або ефект Пойнтинга-Робертсона .....	93
<i>Волотко О. В., Зіновсєв І. В.</i> Математичний підхід до стиснення аудіозаписів.....	95
<i>Горошков С. В., Горошкова Л. А.</i> Моделювання параметрів інфраструктурного розвитку територій.....	96
<i>Дзундза Н. С., Зіновсєв І. В.</i> Визначення напружено-деформованого стану прямокутної ортотропної пластини .....	97
<i>Єременко А. О., Єлховська Я. А., Леонтьєва В. В., Кондрат'єва Н. О.</i> Алгоритмізація процесу дослідження неперервної математичної моделі позитивної динамічної системи .....	99
<i>Зіновсєв Я.-Д. І., Манько Н. І.-В.</i> Застосування ідей кодування для раціонального використання пам'яті комп'ютера .....	100
<i>Калюжняк А. В., Гоменюк С. І.</i> Аналіз алгоритмів моделювання в розподілених комп'ютерних системах .....	102
<i>Коваль Р. А.</i> Ефективні пружно-пластичні характеристики волокнистих композиційних матеріалів .....	103
<i>Кулешов І.В., Білоус С. Ю.</i> Експрес-аналіз дисперсних систем.....	105
<i>Майборода О. В., Стреляєв Ю. М.</i> Застосування методу нелінійних крайових інтегральних рівнянь до розв'язання контактної задачі про взаємодію пружних тіл .....	108

<i>Морозова І. Ю.</i> Гомогенізація волокнистих композитів в умовах нелінійної деформації .....	109
<i>Полос С. О., Гребенюк С. М.</i> Спеціальний одновимірний скінченний елемент для моделювання нескінченних областей.....	110
<i>Похваленко А. О. Кондрат'єва Н. О., Леонтьєва В. В.</i> Автоматизація розв'язання певного класу задач прийняття рішень .....	111
<i>Проценко В. О., Левчук С. А.</i> Метод матриць типу Гріна в задачі про розрахунок статичного деформування двох ортогонально спряжених пластин при крайових умовах симетрії.....	116
<i>Руденко Д. О., Грищак В. З.</i> Асимптотико-чисельний підхід до розв'язання рівнянь математичної фізики зі змінними коефіцієнтами при наявності $\delta$ -функції .....	121
<i>Сарабєєва Є. В., Швидка С. П.</i> Узагальнені адитивні моделі та їх застосування .....	122
<i>Скрипник К. В., Клименко М. І.</i> Визначення ефективних характеристик трансверсально-ізотропного композитного матеріалу в умовах старіння.....	123
<i>Собокар Н. В., Леонтьєва В. В., Кондрат'єва Н. О.</i> Гіроскопічна система як система автоматичного керування: алгоритмізація процесу дослідження основних властивостей .....	124
<i>Столярова А. В.</i> Ефективні пружні сталі композитів з порожнистими волокнами при поперечних деформаціях .....	125
<i>Стреляєв О. Ю., Стреляєв Ю. М., Тітова О. О.</i> Задача про контактну взаємодію плоского штампа з заокругленим краєм та пружного півпростору при немонотонному навантаженні .....	126
<i>Стреляєв О. Ю., Стреляєв Ю. М.</i> Контакт плоского циліндричного штампа і пружного півпростору при нормальному і дотичному навантаженні .....	127
<i>Шека А. А., Зіновєєв І. В.</i> Осесиметрична контактна задача про дію сферичного штампу на шаруватий пружний півпростір.....	128

## НОТАТКИ

*Наукове видання*

**ДВНАДЦЯТА ВСЕУКРАЇНСЬКА,  
ДЕВ'ЯТНАДЦЯТА РЕГІОНАЛЬНА  
НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ ДОСЛІДНИКІВ**

**«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ  
МАТЕМАТИКИ  
ТА ІНФОРМАТИКИ»**

*Збірка тез доповідей*

*29–30 квітня 2021 року,  
м. Запоріжжя*

Верстання  
Технічне редагування  
Дизайн обкладинки

*Юлія Семенченко  
Тетяна Шутова  
Анастасія Юдашкіна*



**Г Е Л Ь В Е Т И К А**  
ВИДАВНИЧИЙ ДІМ

[WWW.HELVETICA.UA](http://WWW.HELVETICA.UA)

Підписано до друку 26.04.2021 р. Формат 84×108/16.  
Папір офсетний. Гарнітура Times. Цифровий друк.  
Ум. друк. арк. 7,91. Наклад 300. Замовлення № 0621-194.  
Віддруковано з готового оригінал-макета.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»  
65101, Україна, м. Одеса, вул. Інглезі, 6/1  
Тел.: +38 (048) 709 38 69,  
+38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08  
E-mail: [mailbox@helvetica.ua](mailto:mailbox@helvetica.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
ДК № 6424 від 04.10.2018 р.