

Міністерство внутрішніх справ України
Департамент спорту, сім'ї та молоді Запорізької міської ради
Запорізький національний університет
Математичний факультет
Дніпровський національний університет ім. О. Гончара

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ

Збірка тез доповідей
Одинадцятій Всеукраїнської,
Вісімнадцятій регіональної наукової
конференції молодих дослідників

23-24 квітня 2020 р.



Видавничий дім
«Гельветика»
2020

УДК 51+004(063)

А 43

А 43 **Актуальні проблеми математики та інформатики** : Збірка тез доповідей Одинадцятої Всеукраїнської, вісімнадцятої регіональної наукової конференції молодих дослідників (м. Запоріжжя, 23-24 квітня 2020 р.). – Херсон : Видавничий дім «Гельветика», 2020. – 140 с.

ISBN 978-966-992-109-3

Наведені тези доповідей Одинадцятої Всеукраїнської, вісімнадцятої регіональної наукової конференції молодих дослідників «Актуальні проблеми математики та інформатики», яка відбувалася 23-24 квітня 2020 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)

ISBN 978-966-992-109-3

© Запорізький національний
університет, 2020

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:

Бланк П. С., директор Департаменту спорту, сім'ї та молоді Запорізької міської ради;

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

Гоман О. Г., д. ф.-м. н., професор, професор кафедри аерогідро-механіки 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;

Грищак 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., старший викладач кафедри програмної інженерії;

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.

Члени технічного комітету:

Кузьмівнич О. П., старший лаборант кафедри програмної інженерії;

Непритворна Н. В., провідний фахівець центру інформаційних систем та комп'ютерних технологій.

СЕКЦІЯ 1

ІНФОРМАТИКА ТА НОВІТНІ КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ

ГІБРИДНІ НЕЙРОМЕРЕЖЕВІ МОДЕЛІ КЛАСИФІКАЦІЇ МЕРЕЖЕВИХ АТАК

*Бабкін А. А., аспірант; Кудін О. В., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Запорізький національний університет*

Задача захисту даних у мережесх та хмарних інформаційних системах є досить актуальною як для окремих користувачів, так і для корпоративних автоматизованих систем керування виробництвом. Особливо гостро проблема захисту інформації стоїть в епоху інтернету речей та вбудованих систем.

Важливим засобом захисту від несанкціонованого доступу є так звані системи виявлення атак (англ. Intrusion Detection System, IDS) [1]. Мета яких полягає у ідентифікації та фільтрації потенційно шкідливих запитів. Однією з вимог до таких систем є адаптивність, тобто, здатність системи підлаштовуватись до нових типів атак. Використання нейромережесх технологій дозволяє певною мірою задовільнити вимогу адаптивності.

Метою роботи є побудова прототипу системи виявлення атак засобами нейронних мереж прямого поширення у поєднанні з нечіткими нейронними мережами [2]. Перевагою підходу є здатність такої системи генерувати набір правил за якими здійснюється класифікація.

Отже, в системах виявлення вторгнень, можна виділити задачу класифікації потенційних мережесх атак з використанням різноманітної технічної інформації. В залежності від того, наскільки детальну інформацію необхідно отримувати від системи, можна розглядати як бінарну так мультикласову класифікацію.

Застосування нейронних мереж до задач класифікації зловмісних запитів, як і в інших задачах, зазвичай, складається з наступних етапів: підготовка вибірки даних для навчання; побудова моделі розв'язання задачі; оцінка результатів з використанням певних метрик.

В роботі використовуються наступні набори даних:

- KDD Cup та NSL-KDD [3]. Ці набори даних складаються з оброблених записів мережесх запитів. Кожний запис містить 41 ознаку та мітку про тип атаки або її відсутність. Наведено дані про 22 типи атак, які зводяться до 4 класів: атаки на відмову в обслуговуванні (англ. Denial of Service, DoS), неавторизований доступ з віддаленого комп'ютера (англ. unauthorized access from a remote machine, R2L), неавторизований доступ до локального суперкористувача (unauthorized access to local super-user privileges, U2R), зондування (англ. probing) [3, 4]

- CTU-13 [3]. Містить записи у вигляді необроблених pcap файлів, які теж помічено на наявність атак.

Архітектура системи, що розробляється представлена на рис. 1. Вхідні дані можуть бути як даними мережесх пакетів, так і згенерованими ознаками. При цьому, алгоритм генерації ознак з «сирих»

даних потребує окремого уточнення. В даній роботі передбачається використання окремо або NSL-KDD, або STU-13.

Для класифікації використовується нейронна мережа прямого поширення (багатшаровий перцептрон) та нечітка нейронна мережа типу ANFIS (англ. Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System) [2]. Прототип системи реалізовано засобами мови програмування R, а саме фреймворків Keras та FRBS.

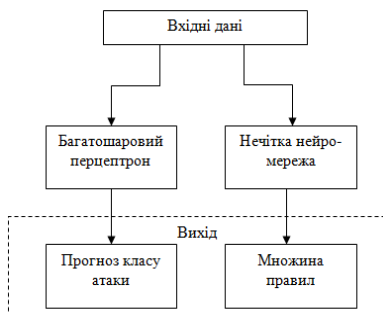


Рис. 1. Архітектура системи виявлення атак



Рис. 2. Матриця похибок класифікації

Результати прогнозування з використанням перцептронів для набору даних NSL-KDD наведено на рис. 2 у вигляді матриці похибок (англ. Confusion Matrix). Оскільки для прогнозування використовувались всі ознаки NSL-KDD, множина правил у вигляді «IF...THEN...» є досить громіздкою і тому в цій роботі не наводиться.

Як можна побачити з матриці похибок є досить велика кількість спостережень, які класифіковано невірно. До методів покращення результатів прогнозування можна віднести ансамблеве навчання та генетичні алгоритми. Крім того відомо, що як класифікатори широко використовуються згорткові нейронні мережі, які теж можуть бути застосовані для розв'язання поставленої в даній роботі задачі.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з використанням ансамблевих методів навчання, які дозволяють поєднувати різну кількість класифікаторів шляхом простого голосування або біль специфічними методами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Niyaz Q., Sun W., Javaid A. Y., Alam M. A. Deep Learning Approach for Network Intrusion Detection System. DOI: <https://doi.org/10.4108/ea1.3-12-2015.2262516>
2. Singh H., Lone Y. A. Deep Neuro-Fuzzy Systems with Python. Apress, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-5361-8>.
3. Berman D. S., Buczak A. L., Chavis J. S., Corbett C. L. A Survey of Deep Learning Methods for Cyber Security. Information, 2019, 10, 122; DOI: <https://doi.org/10.3390/info10040122>.
4. Шуміло Л. Використання методів штучного інтелекту для зменшення розмірності даних у задачі пошуку кібернетичних втручань. Матеріали XVI Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Теоретичні і прикладні проблеми фізики, математики та інформатики». Том 2, 2019. С. 137.

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ДЕЯКИХ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ЧИСЕЛ НА ПРОСТОТУ

*Барнаш М. І., студентка; Кривохата А. Г., асистент
Запорізький національний університет*

Прості числа – це такі натуральні числа, що не можна розкласти на два співмножника, більших за 1. Перші прості числа: 2, 3, 5, 7, 11, 12, 17, 19, ...

Спроби генерації простих чисел ведуть до появи нових інструментів для розрахунків, особливо для комп'ютерних обчислень. Інша, більш практична, причина пов'язана з шифруванням. Прикладом застосування є RSA – криптографічний алгоритм з відкритим ключем, що базується на обчислювальній складності задачі факторизації великих цілих чисел.

Безпосередньо для перевірки числа на простоту існує декілька алгоритмів, що умовно можна поділити на 2 групи – детерміновані (істинні) та ймовірнісні. За допомогою перших методів можна однозначно сказати, чи є число простим, а другі – роблять те ж саме, але з ймовірністю помилки.

Було написано 4 програми для пошуку простих чисел від 2 до n , заданого користувачем. В рамках кожної програми було реалізовано такі методи для перевірки числа на простоту:

1. Метод перебору дільників (дет.);
2. Тест Вільсона (дет.);
3. Тест Люка-Лемера (дет.);
4. Тест Ферма (ймов.)

В основу роботи першої програми було покладено перевірку числа на простоту за допомогою перебору дільників. Використовується такий алгоритм: $\forall i \in [2; \sqrt{n}]$; $i \in \mathbb{Z}$ перевіряється, чи ділиться n на i , та якщо n ділиться хоча б на одне з i , то число вважається складеним.

Приклад роботи:

```
Введіть верхню границю поиска нужного простого числа:30
Число 2 простое
Число 3 простое
Число 5 простое
Число 7 простое
Число 11 простое
Число 13 простое
Число 17 простое
Число 19 простое
Число 23 простое
Число 29 простое
Loop required 0.007 seconds
```

Рис. 1. Приклад роботи програми №1

Переваги даного методу:

– простота реалізації;

– визначення великих простих чисел.

Недоліки:

– довга робота, коли мова йде про великі числа.

В основу другої програми покладено тест Вільсона. Використовується такий алгоритм: перевіряється, чи ділиться число $(p-1)! + 1$ на p націло, і якщо так, то p – просте число.

Переваги даного методу:

– істинність знайдених простих чисел.

Недоліки:

– велика обчислювальна складність через необхідність знаходження інтегралу;

– максимальне число – 19 (причина – пункт вище).

В основу третьої програми покладено тест Люка-Лемера для знаходження простих чисел Мерсенна. Використовується такий алгоритм: для простого числа p знаходиться число Мерсенна $M_p = 2^p - 1$, та перевіряється, чи ділиться M_p націло на $(p-1)$ член послідовності 4, 14, 194, ..., яка задається рекурентно ($S_1 = 4$; $\forall i > 1: S_i = S_{i-1}^2 - 2$). Якщо так, то число M_p є простим.

Переваги та недоліки як і у тесту Вільсона, тільки максимальне число тут 31.

В основу четвертої програми покладено тест Ферма. На відміну від інших, цей тест є ймовірнісним, тобто визначає простоту числа з можливістю помилки. Використовується такий алгоритм: обирається випадкове число a з діапазону $[2; n]$, та перевіряється, чи буде $a^{n-1} - 1$ націло ділитися на n . Якщо так, то число n – ймовірно просте.

Переваги:

– порівняно велике максимальне число.

Недоліки:

– ймовірність помилки.

Порівняння часу роботи програм:

№ №	Алгоритм	Час виконання до заданого числа, с			
		10	100	1000	Max*
1	Метод перебору дільників	0.002	0.016	0.196	1 000 000 за 73.709
2	Тест Вільсона	0.004	-	-	19 за 0.008
3	Тест Люка-Лемера	0.002	-	-	31 за 0.007
4	Тест Ферма	0.003	0.03	0.297	1 000 000 за 189.829

* – для 1 та 4 програм максимальне число береться 1 млн, але насправді воно є $\approx 18 * 10^{18}$.

Як можна бачити, найефективнішими є метод перебору дільників та тест Ферма, але перший має меншу швидкість виконання.

Таким чином, у роботі було досліджено сферу використання простих чисел, які існують методи дослідження чисел на простоту; була розроблено програми для пошуку всіх простих чисел від 2 до вказаного користувачем числа з використанням методу перебору дільників, тесту Вільсона, тесту Люка-Лемера, тесту Ферма; було проаналізовано переваги та недоліки кожного алгоритму; був проаналізований час виконання програм при різних вхідних даних.

ЛІТЕРАТУРА

1. Грасиан Э. Мир математики. Т. 3. Простые числа. Долгая дорога к бесконечности. Москва: Де Агостини, 2014. 148 с.
2. Уоррен Г. Алгоритмические трюки для программистов. Москва: Издательский дом «Вильямс», 2004. 288 с.
3. Лааксонен А. Олимпиадное программирование. Москва: ДМК Пресс, 2016. 300 с.

УДК 004.031

РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ШКІЛЬНОГО НАВЧАННЯ

¹Бердюк К. В., учениця; ²Циммерман Г. А., ст. викладач

¹Запорізька гімназія №28

²Запорізький національний університет

Освіта формує соціум і можливості кожного учня окремо. Шкільна програма потрібна для формування однорідно-освіченого суспільства. Також роботодавець та вищі навчальні заклади хотіли б, виходячи з шкільних оцінок, точно розуміти рівень підготовки випускника – майбутнього студента або працівника. Сучасний випускник має бути якісно підготованим з багатьох навчальних предметів, знання мають бути актуальними, вміння досконалими за рахунок багаторазових повторень, важливий акцент сучасності – адаптованість до цифрового світу.

Виходячи з цих проблем-вимог ми пропонуємо комплексно підійти до їх вирішення. У нашій роботі були поставлені та вирішені наступні завдання:

- розглянуті вимоги до програм навчального призначення;
- розглянуті та проаналізовані популярні програми навчально-го призначення з метою визначення вдалих ідей з точки зору функціону, структури, типів діяльності та дизайну;
- розроблено модель програми для автоматизації шкільного навчання з комплексу предметів;
- спроектовано інтерфейс програми;
- підготовано навчальний контент.

До особливостей розробленої програми слід віднести:

- акцент на самостійне засвоєння матеріалу;
- наявність повного циклу Теорія-Контроль;
- диференціація інформування учнів різного рівня підготовки (олімпіади, ігрові додатки і т.д.).

ResNets на відміну від менш глибоких аналогів. Для навчання і тестування моделей використано CIFAR-10 dataset.

Приклад моделі з 2-ма проміжними рівнями та ReLU активацією:

x -> ReLU -> Weight -> ReLU -> Weight -> ReLU -> Weight -> (+) -> ReLU

|_____|

ЛІТЕРАТУРА

1. A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton. Imagenet classification with deep convolutional neural networks. In Advances in neural information processing systems, pages 1097–1105, 2012.

2. K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun. Deep residual learning for image recognition. arXiv preprint arXiv:1512.03385, 2015.

3. K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun. Identity Mappings in Deep Residual Networks. arXiv preprint arXiv:1603.05027v3, 2016.

4. G. Huang, Z. Liu, K. Q. Weinberger and L. Maaten. Densely Connected Convolutional Networks. arXiv:1608.06993v3, 2016.

УДК 004.92

АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ ВИДАЛЕННЯ ПРИХОВАНИХ ЛІНІЙ

*Волковський Д. Л., студент; Решевська К. С., канд. техн. наук, доцент
Запорізький національний університет*

У сучасній графіці дуже важливу позицію мають займати оптимізуючі процеси, особливо у 3D-графіці. Важко уявити собі сучасний 3D-движок без оптимізаційних заходів та процесів, які полегшують навантаження на фізичну частину пристрою.

Один із нишових напрямів – це використання алгоритмів видалення прихованих ліній та граней.

Алгоритми видалення прихованих ліній або граней надають можливість прибрати лінії або грані, що не бачить «камера», для пришвидшення виписування на екрані чи рендерінгу сцени.

Але розробити багатофункціональний алгоритм, який підходить для всіх і всього неможливо. Тому виникає потреба аналізу графічних алгоритмів та цілей застосування задля покращення якості та швидкості роботи програм.

Даний аналіз буде корисний, може значно полегшити та прискорити процес обробки зображення у деяких випадках.

Проаналізувавши доступні алгоритми видалення прихованих ліній можна виділити їх наступні властивості [1]:

- простір, у якому працює алгоритм;
- черга чи порядок об'єктів, які буде видаляти алгоритм;
- тип об'єкта, який будуть видаляти.

Застосування – векторні пристрої. Також алгоритми можуть застосовуватися і в растрових пристроях для прискорення процесу візуалізації, але при цьому не використовується основне цінна якість растрового дисплея – можливість зафарбовування поверхонь [2].

Більшість алгоритмів працює в просторі зображення. Головна ідея методу полягає у переході від тривимірної задачі до двовимірної шляхом перетину вихідної поверхні послідовністю паралельних січних площин, що мають постійні значення координат x , y або z .

Один із перших алгоритмів – алгоритм Робертса [3], з успіхом застосовується для зображення безлічі опуклих багатогранників на одній сцені у вигляді дрютяної моделі з віддаленими невидимими лініями.

Другий приклад – алгоритм z -буфера [4], він використовує z -буфер – окремий буфер глибини, у який йде запам'ятовування координати z чи глибини кожного видимого пікселя в просторі зображення. В процесі роботи глибина чи значення- z кожного нового пікселя, який потрібно занести в буфер кадру, порівнюється з глибиною того пікселя, який вже занесений в z -буфер. Якщо це порівняння показує, що новий піксель розташований попереду пікселя, що знаходиться в буфері кадру, то новий піксель заноситься в цей буфер і, крім того, проводиться коригування z -буфера новим значенням z . Якщо ж порівняння дає протилежний результат, то ніяких дій не проводиться.

Алгоритм Художника [5] – алгоритм, що використовує список пріоритетів. Свою назву він отримав оскільки алгоритм аналогічний тому способу, яким художник створює свою картину. Спочатку художник малює фон, потім предмети, що лежать на середній відстані, і, нарешті, передній план. Тим самим художник переймається тим про видалення невидимих поверхонь, або завдання видимості, через побудову картини в порядку зворотної пріоритету.

Алгоритм трасування променів [6] – це алгоритм грубої сили (Brute Force). Головна ідея, що лежить в основі цього алгоритму, полягає в тому, що спостерігач бачить будь-який об'єкт за допомогою випромінювання деяким джерелом світла, яке падає на цей об'єкт і потім якимось шляхом доходить до спостерігача. Світло може досягти спостерігача, відбившись від поверхні, переломитись або пройти скрізь. Якщо простежити за променями світла, випущених джерелом, то можна переконавшись, що вельми мало доходить до спостерігача.

На даний час, алгоритми видалення прихованих ліній мають попит, так як вони корисні для прискорення обробки зображень, рендерінгу та запису комп'ютерного відео.

ЛІТЕРАТУРА

1. Sutherland, Ivan E., Sproull, Robert F., and Schumacher, R.A. A Characterization of Ten Hidden-Surface Algorithms. Computing surveys, 1974, pp. 1–55.
2. Ньюмен У., Спрулл Р. Основы интерактивной машинной графики. Москва: Мир, 1976. 253 с.
3. Никулин Е. А. Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2003. С. 558.
4. Catmull, Edwin. Computer Display of Curved Surface. Proc. IEEE conf. comput. graphics pattern recognition data struct. May 1975. P. 11.
5. Newell, M.E., Newell R.G., and Sancha, T.L. A New Approach to the Shaded Picture Problem. Proc. ACM natl. conf. 1972, pp. 443–450.
6. Роджерс Д. Ф. Алгоритмические основы машинной графики. (Procedural Elements for Computer Graphics) Учебное издание. Перевод с английского

С. А. Вичеса, Г. В. Олохтоновой, П. А. Монахова под редакцией Ю. М. Банковского, В. А. Галактионова. Москва: Издательство «Мир». Редакция литературы по математическим наукам, 1989. 530 с.

УДК 004.056.55

СТИСНЕННЯ ДАНИХ ТА ЗАПЕРЕЧУВАНЕ ШИФРУВАННЯ

*Гальченко А. В., аспірант; Чопоров С. В., д-р техн. наук, професор
Запорізький національний університет*

Алгоритми заперечуваного шифрування досить гнучкий та надійний інструмент захисту інформації [1]. Але їх продуктивність недостатня для використання в системах обробки даних. Причиною низької продуктивності вказаних алгоритмів є чутливість до розміру вхідних даних. Авторами проведено огляд алгоритмів стиснення даних [2] та висунуто гіпотезу про те, що продуктивність алгоритмів шифрування можна збільшити шляхом стиснення вхідних даних.

Новизна вказаного підходу полягає в тому, що його застосування не призводить до змін вхідних алгоритмів шифрування, але в теорії збільшує їх продуктивність.

Попередня перевірка гіпотези свідчить про те, що рівень продуктивності алгоритмів заперечуваного шифрування з використанням алгоритмів стиснення даних можна описати відношенням $f(k, T)$, яке залежить від рівня стиснення даних k та часу витраченого на їх виконання $t_i \in T$ (1):

$$f(k, T) \approx k \cdot T \approx k \cdot \sum t_i, \quad (1)$$

В результаті авторами висунута гіпотеза про можливість збільшення продуктивності алгоритмів заперечуваного шифрування та проведена її попередня перевірка. В теперішній час авторами проводиться серія експериментів з метою перевірки цієї гіпотези.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гальченко А. В., Чопоров С. В. Мережева модель заперечуваного шифрування. *Інформаційні системи та технології*. Харків, 2019. С. 239–242.
2. Лидовский В. В. Теория информации: Учебное пособие. Москва: Компания Спутник+, 2004. 111 с. ISBN 5-93406-661-7.

УДК 004.4

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МАТРИЧНИХ ОПЕРАЦІЙ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ТЕХНОЛОГІЙ MPI ТА OPENMP

*Говтвян І. В., магістр; Горбенко В. І., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Запорізький національний університет*

Матричні операції складають основу багатьох розрахункових та прогностичних задач науки, техніки та економіки. Одним із підходів, щодо вирішення проблеми скорочення часу матричних операцій, може бути розподілення роботи між процесорами. Для систем з масовим паралелізмом широко використовується технологія організації взаємодії вузлів через передачу повідомлень (стандарти MPI), а для симетричних багатопроцесорних систем розпаралелювання здійснюється

через систему спеціальних директив компілятора (OpenMP). Основною задачею роботи було експериментальне встановлення ефективності матричних операцій на різних системах та виявлення чинників, що впливають на неї.

Обчислювальні експерименти проводились на комп'ютерному кластері ЗНУ з процесорами Intel Xeon X3430 та 8 Гб оперативної пам'яті на кожному вузлі. Було встановлено, що значний час у алгоритмів, в яких використовуються MPI-процедури, може займати розподіл матриць через комп'ютерну мережу. Це приводить до неефективного розпаралелювання таких операцій, де кількість алгебраїчних дій прямопропорційна кількості елементів. Так, обчислення суми двох матриць за допомогою MPI-технології веде до зростання часу в 2-3 рази в порівнянні з послідовною програмою. На відміну від цього застосування технології OpenMP не потребує додаткового пересилання елементів, тому, включення до програми з обчислення суми двох матриць відповідних директив OpenMP приводило до значного скорочення часу обчислень. Коефіцієнт скорочення був в межах 1.3-1.8 в розрахунку на один доданий до системи процесор та мав залежність від їх загальної кількості. Для матричних операцій, в яких час виконання суттєво перевищує час пересилання даних в мережі, більш ефективною є технологія MPI, завдяки достатньо простому механізму збільшення процесорів, які використовуються у розрахунках.

Важливість ефективного виконання обчислень з матрицями призвела до створення спеціалізованих бібліотек, серед яких за популярністю виділяється ScaLAPACK. Було проведено дослідження залежності часу обчислень від кількості застосованих процесорів, розміру самих матриць та розміру блоків розбивки матриць по процесорах. Встановлено, що розмір та тип оголошення матриць, що застосовуються у розрахунковій програмі, суттєво впливає на завантаженість оперативної пам'яті і, як наслідок, на завантаженість процесорів. Збільшення кількості процесорів, що використовуються в обчисленнях, веде близько до лінійного зменшення часу. Дослідження показали, що занадто малий розмір блоків розбивки веде до суттєвого уповільнення розрахунків, що обумовлено значним навантаженням на комп'ютерну мережу. Найкраща продуктивність досягалась, якщо розмір блоків знаходився в межах від 50×50 до 100×100.

УДК: 373.1

ВИКОРИСТАННЯ ОНЛАЙН-СЕРВІСУ КАНООТ! У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

*Гостєва П. Р., студентка; Спаська А. А., студентка
Запорізький національний університет*

Якість освіти значною мірою залежить від обраних методів, прийомів і форм навчання. Тенденції сучасної педагогіки розкриваються у впровадженні елементів інтерактивності на уроках, тобто в активному застосуванні дидактичних ігор та в інформатизації освіти.

Актуальність тем, доступність для сприйняття, активність пізнавальної діяльності та особистісна орієнтованість – все це чинники, які підвищують ефективність навчального процесу. Такі результати можливо досягти завдяки застосуванню сучасних методів і прийомів навчання, що підвищують мотивацію й пізнавальний інтерес учня, та шляхом підбору таких форм навчання, які будуть зручними та комфортними для засвоєння матеріалу [1].

Провідним у сучасній педагогічній практиці є застосування інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). Завдяки високим темпам їх розвитку, вчителі забезпечені великою кількістю програм та онлайн-сервісів, що надають безліч можливостей для розробки інтерактивних уроків. Одним з таких онлайн-сервісів є Kahoot! [2, 3].

Kahoot! – це сервіс для створення вікторин, тестів та дидактичних ігор, що підходить для застосування у будь-якому навчальному предметі та для будь-якого віку.

Можливості Kahoot! [4]:

- учителеві на вибір надається кілька варіантів типів завдань:
- Quiz (обрати правильну відповідь), TrueorFalse (оцінити правильність твердження), Open-ended (відповісти розгорнуто), Puzzle (розташувати відповіді у правильному порядку);
- Poll (зібрати думки гравців), Wordcloud (зібрати думки у вільній формі), Slide (надати інформацію);
- створені в Kahoot! завдання можуть містити фотографії та відеофрагменти;
- учні в аудиторії використовують свої смартфони або планшети в якості «пульта» для відповідей, тобто вибирають варіант відповіді самотужки;
- темп виконання вікторин і тестів регулюється шляхом встановлення таймера для кожного питання;
- учитель може ввести власну систему оцінювання за відповіді на поставлені питання: за правильні відповіді та за швидкість виконання;
- можливе дублювання і редагування тестів, що дозволяє вчителю зекономити багато часу;
- гра може бути проведена різними способами: учень грає сам за себе, учні грають командами або отримують пін-код від Kahoot! у якості домашнього завдання;
- є можливість користуватися вікторинами та тестами, зробленими іншими вчителями; їх можна знайти за тегами.

Недоліки:

- розширена версія є платною, але безплатного функціоналу цілком достатньо для вчителя;
- інтерфейс виконаний англійською мовою.

Різноманітність функцій Kahoot! дозволяє вчителю створювати цікаві ігри для уроку, а зручність інтерфейсу робить цей процес швидким і зрозумілим.

Існують такі онлайн-платформи для розробки інтерактивних завдань, схожі на Kahoot! [5, 6]: LearningApps.Org, Plickers, Quizlet, Proprofs, Nearpod, Quizizz, TinyTap.

Висновки. На сьогоднішній день тема застосування інтерактивних форм навчання є актуальною. Використання ІКТ є найзручнішим способом впровадження елементів інтерактивності у навчальний процес, що підвищує пізнавальний інтерес учнів, розвиває критичне та творче мислення, самостійність у навчанні. Головними перевагами онлайн-платформ для розробки інтерактивних завдань є оперативність роботи всіх учасників процесу, скорочення часу на перевірку робіт учнів, можливість слідкувати за динамікою навчання та економія канцелярських товарів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Малафік І. В. Дидактика. Навчальний посібник. Київ : Кондор, 2009. 406 с.
2. Артїм Н. О. Використання Інтернет сервісів LearningApps.org, Plickers, Kahoot на уроках інформатики для проведення моніторингу знань учнів. Освітній проект «На Урок». 2019. URL: <https://naurok.com.ua/nazva-temi-dosvidu-vikoristannya-internet-servisiv-learningapps-org-plickers-na-urokah-informatiki-dlya-provedennya-monitoringu-znan-uchniv-24385.html>.
3. Комарницька О. М. Особливості застосування мобільних технологій у навчанні. *Новітні інформаційно-комунікаційні технології в навчальному процесі: актуальні проблеми: матеріали науково-методичної конференції.* (м. Тернопіль, 30 листопада 2016 р.). Тернопіль: ТОКІППО, 2016. С. 3–8.
4. Аствацатуров Г. О. Kahoot! – Программа для создания викторин, дидактических игр и тестов. Дидактика, новая педагогика, информационно-образовательные технологии, 2015. URL: <http://didaktor.ru/kahoot-programma-dlya-sozdaniya-viktorin-didakticheskix-igr-i-testov/>
5. 68 приголомшливих онлайн-інструментів для вчителів. URL: <https://dyjalog.by/68-potryasayushhix-onlajn-instrumenta-dlya-uchitelej/>
6. Антоненков Є. П. 7 Платформ для створення тестів. Про майбутнє освіти і технологіях, які її змінять. 2020. URL: <http://www.edutainme.ru/post/7-platform-dlya-sozdaniya-testov/>

УДК 004.031

ПІДХОДИ ТА ІНСТРУМЕНТИ ПІДГОТОВКИ ІНТЕРАКТИВНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ

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

Сучасний світ потребує синхронізації освіти з щоденними реаліями. Система освіти розвивається у напрямку особистісно орієнтованого навчання. Ця тенденція вимагає зрушення парадигми традиційних методів у напрямку інтерактивного навчання [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. Корисна особливість інтерактивної форми навчання полягає у можливості реалізації індивідуального підходу, що дозволяє учню

самостійно управляти процесом освоєння знань і накопичення актуального досвіду [3].

При створенні інтерактивних дидактичних засобів (ІДЗ) зазвичай використовують наступні технології [4]: фронтальні технології, навчання у дискусії, інтерактивного колективно-групового та ситуативного навчання. Основним елементом таких технологій є інтерактивні вправи і завдання. Їх специфіка полягає у спрямуванні всієї діяльності учня на опанування нового змісту або нового типу діяльності. Відомими з педагогічної практики є наступні прийоми, які безпосередньо використовують інтерактивність [5]: робота в парах, дерево рішень, мікрофон, мозковий штурм, навчаючи – навчаюсь та ін.

ІКТ та інтерактивні форми навчання взаємопов'язані, адже як розвиток технологій відкриває нові двері до організації сучасних уроків, суттєво змінюючи форму їх організації, так і нові ідеї в організації навчання змушують вдосконалювати і створювати нове програмне забезпечення.

Завдяки інформатизації освіти учні мають можливість інтегровано використовувати велику кількість інформації, автоматизовано її обробляти, моделювати процеси для розв'язання проблем та мають самостійність у навчальному процесі. Вчитель може виконувати рутинні операції, діагностувати діяльність учнів, стежити за динамікою навчання та розвитком дитини за допомогою технологій. Інтерактивні дошки, комп'ютери та ІКТ – це інструменти, що здатні додати до уроку елемент новизни, активізувати пізнавальний інтерес дітей, підвищити мотивацію до навчання, полегшити для вчителя етап підготовки до занять [6][7].

Додати елементи інтерактивності можна й у звичайному PowerPoint за допомогою тригерів, та зараз існує достатньо програм, розроблених для організації уроку із використанням інтерактивної дошки, наприклад: SMART Notebook, Interwrite Workspace, Hitachi StarBoard, IPBOARD Software для дошок Smart Board, Interwrite, Hitachi та IPBoard відповідно [8].

Таким чином, інтерактивні методи навчання ефективні, їх основа - природне сприйняття та перетворення інформації людиною. Провідним засобом реалізації інтерактивного методу навчання є застосування ІКТ, адже вони пропонують багато можливостей щодо організації навчально-пізнавальної діяльності учнів. Підготовка сучасного учителя інформатики обов'язково має включати навчальний блок «Аналіз та технологія створення інтерактивних засобів навчання».

ЛІТЕРАТУРА

1. Сиротенко Г. О. Сучасний урок: інтерактивні технології навчання. Харків: Видав. гр. «Основа», 2003. 80 с.
2. Малафійк І. В. Дидактика. Навчальний посібник. Київ: Кондор, 2009. 406 с.
3. Сидоров С. В. Что такое интерактивность. Сайт педагога-исследователя. URL: 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.

5. Інтерактивне навчання. URL: https://pidruchniki.com/73736/pedagogika/interaktivne_navchannya (дата звернення: 1.03.2020).

6. Засоби навчання. URL: https://stud.com.ua/49824/pedagogika/zasobi_navchannya (дата звернення: 1.03.2020).

7. Дослідження комплексного застосування інтерактивних засобів навчання URL: https://ivo.kneu.edu.ua/ua/dosl_glot/projects_sglot/proj_soit/interaktiv/ (дата звернення: 1.03.2020).

8. Обзор программного обеспечения для интерактивных досок. URL: <http://www.schooldesk.ru/articles/Board.html> (дата звернення: 1.03.2020).

УДК 004.4:004.49

РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ КОДУВАННЯ ХЕМІНГА

*Давидов М. А., студент; Кривохата А. Г., асистент
Запорізький національний університет*

Електромагнітні перешкоди всередині комп'ютерної системи здатні спонтанно змінити стан осередку пам'яті. Пам'ять з корекцією помилок (Error-correcting code memory) – тип комп'ютерної пам'яті, яка автоматично розпізнає і виправляє спонтанно виниклі зміни (помилки) бітів пам'яті.

Як правило, пам'ять з корекцією помилок може виправляти зміни одного біта в одному машинному слові. Це означає, що при читанні одного машинного слова з пам'яті буде прочитано те ж значення, що було до цього записано, навіть якщо в проміжку між записом і читанням один біт був випадково змінений (наприклад, під дією космічних променів). Звичайна пам'ять, як правило, не здатна визначити, чи була помилка, хоча деякі види пам'яті з контролем парності здатні визначити, що сталася помилка, але не здатні її виправити. Одним з базових алгоритмів корекції помилок є алгоритм заснований на коді Хемінга.

У роботі пропонується реалізація такого алгоритму, яка полягає у послідовному виконанні таких кроків:

1. Запуск програми натисненням кнопки на відкриття файлу.
2. Закрити вхідний файл.
3. Зчитати данні.
4. Ініціалізація інтерфейсу імпортом design.
5. Обробка вхідних даних – функція calculate, Self.listWidget.clear – видаляє усі наявні надписи на екрані; Self.listWidget.addItem – передає на форму довжину блоку кодування; Self.listWidget.addItem (encoded) – передає на форму закодовані дані; Self.listWidget.addItem (decoded) – передає на форму розкодовані дані.
6. Функція encode кодує дані у двійкову систему, а функція decode декодує дані у звичайний вид та передає їх на форму.
7. Відобразити результат на формі.

Для тестування роботи програми було зроблено помилки у двійковій частині даних. Для цього було розроблено дві функції – set_errors та check_and_fix_error. Функція set_errors перегортає випадковий біт, задля перевірки коректності роботи алгоритму Хемінга.

Функція `check_and_fix_error` перевіряє двійкову частину на наявні помилки, виправляє їх та повертає виправлену частину.

ЛІТЕРАТУРА

1. Chitode J. S. Information Theory & Coding. Technical Publications, 2009. 536 p.
2. Chitode J. S. Information Coding Techniques. TECHNICAL PUBLICATION-PUNE, 2015. 347 p.
3. ECC memory. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/ECC_memory (дата звернення: 14.03.2020).
4. Код Хеммінга. URL: <https://habr.com/ru/post/140611/> (дата звернення: 14.03.2020).

УДК 004.031

РОЗРОБКА ВЕБ-САЙТУ «ДАНІ, ЯКІ ЗБИРАЮТЬ ПРО КОРИСТУВАЧА СОЦІАЛЬНІ МЕРЕЖІ ТА ПОШУКОВІ СИСТЕМИ»

¹Давідян Б. О., учень; ¹Дериведмідь М. Г., вчитель інформатики;

²Циммерман Г. А., старший викладач

¹Василівська гімназія «Сузір'я»

²Запорізький національний університет

Сучасний світ стає цифровим і це надає можливість ведучим розробникам інформаційних систем світу спочатку монополізувати сегмент інформаційних послуг, а вже потім налагодити збір особистої інформації користувачів, її систематизацію з метою подальшого продажу цієї інформації виробникам товарів, туристичним агенціям, мережі продажу товарів та послуг і навіть спецслужбам. Вказане явище стає масовим, інформацію збирають браузері, пошукові сервіси, окремі плагіни. Однак це порушення прав користувачів, які призводять до втрат часу, фінансових втрат, вторгнення до особистого життя.

Таким чином, у роботі були поставлені наступні задачі: проаналізувати проблему збору особистої інформації користувача Інтернет, систематизувати типові схеми збору та надати рекомендації щодо організації протидії, ознайомитись з методами конструювання сайтів, спроектувати і реалізувати веб-ресурс інформаційного призначення відповідно до теми; провести тестування сайту; надати рекомендації щодо використання сайту, в тому числі в процесі шкільного навчання.

Під час виконання дослідницького проекту проаналізовано алгоритми роботи браузерів і соціальних мереж, таргетованої реклами, принцип роботи сучасного інформаційного світу де дані головний товар, технології Parallaks-skrolling, основи розробки сайтів, методи збору даних про користувача, питання особистих і публічних даних, методи захисту особистих даних.

У результаті розроблено веб-ресурс для інформування користувачів щодо вразливостей особистої інформації під час роботи з ресурсами Інтернет та рекомендаціями щодо організації керованого активного захисту. Інформаційний продукт реалізовано засобами HTML, CSS.

Робота була продемонстрована на конкурсі учнівських наукових робіт членів МАН Запорізької області.

ЛІТЕРАТУРА

1. People's tweets get significantly more positive in mood the greater the distance they are from home. URL :<https://www.bbc.com/future/article/20130411-want-to-be-happy-travel-further>

2. Прохоров Н. Джентльменский набор Web-мастера. С-Петербург: БХВ-Петербург, 2010. 912 с.

УДК 004.031

ВИКОРИСТАННЯ ТРИВИМІРНОЇ ГРАФІКИ У ВЕБ-САЙТАХ

¹Дашковський Б. С, учень; ¹Дериведмідь М. Г., вчитель інформатики;

²Циммерман Г. А., старший викладач

¹Василівська гімназія «Сузір'я»

²Запорізький національний університет

З давніх часів для людини досить важливим було візуальне сприйняття дійсності. Люди, переважно, звертають увагу не на красиву та інтригуючу назву книги, а на вигляд її обкладинки. Близько 80% всієї інформації людина сприймає саме за допомогою зору, а потім, спираючись на цю інформацію, будує власні схеми прийняття рішень для різних ситуацій. В той же час об'єкти, які складаються з тисячі деталей, досить складно уявити – тільки візуального сприйняття замало, виникає потреба у комбінуванні графічної, текстової та аудіо інформації. З розвитком комп'ютерних технологій людина має змогу переглянути об'єкти мікро- та макросвіту без використання спеціальних приладів, таких як телескоп та мікроскоп. Такі технології збільшують зацікавленість користувачів до вивчення та ознайомлення з об'єктом, шляхом надання інтерактивності та деталізації. Важливо, щоб вказані технології мали інструменти гнучкої адаптації до апаратного та програмного забезпечення користувача.

Мета авторів роботи полягає в тому, щоб дослідити та використати можливості веб-технологій, які дозволяють розміщувати тривимірну графіку на веб-сторінках. Тривимірні графічні моделі надають можливість зручного та низьковитратного вивчення складних об'єктів, а розміщення їх у веб-просторі сприяє суттєвому поширенню актуальної та об'єктивної інформації про реальні явища та об'єкти.

Під час дослідження проаналізовано низку «живих» проектів, що дозволяють переглядати Сонячну систему. Відштовхуючись від знайдених недосконалостей, побудовано концепт майбутньої електронної енциклопедії (сервіси SolarSystemScope та 3D Solar System Simulator). Виявлено основні поняття предметної галузі – актуальні напрями діяльності та корисні публікації.

Авторами було досліджено питання щодо сфери застосування 3-вимірних моделей, розглянуто технології, типи відповідного текстування моделей [1] та приклади програмного забезпечення, які використовуються для створення та демонстрації тривимірних моделей [3].

Проект реалізовано з використанням програм Blender [2] та Blend4Web [4-5] (програма, що використовується для відображення об'єктів тривимірної графіки у веб-браузері). Підготовлено контент для ресурсу. Реалізовано продукт, а саме енциклопедію, у форматі Web-сайту з використанням тривимірної графіки.

Робота пройшла апробацію у Василівській гімназії «Сузір'я» та на конкурсі-захисті Малої академії наук.

ЛІТЕРАТУРА

1. Litster C. Blender 2.5 Materials and Textures Cookbook. Colin Litster. URL: <https://www.packtpub.com/hardware-and-creative/blender-25-materials-and-textures-cookbook>

2. Прахов А. Самоучитель Blender 2.7. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2016. 395 с.

3. Мацуда К., Ли Р. WebGL: программирование трехмерной графики. Москва: ДМК Пресс, 2013. 496 с.

4. Прахов А. Самоучитель по Blend4Web. URL: <https://www.blend4web.com/ru/community/article/220/>

5. Blend4Web. User Manual. URL: <https://www.blend4web.com/doc/en/about.html>.

УДК 004.4:658.15

ANDROID-ДОДАТОК ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ КАФЕТЕРІЮ

*Діденко В. О., студентка; Горбенко В. І., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Запорізький національний університет*

Сучасний рівень розвитку інформаційних технологій може характеризуватись суцільним впровадженням мобільних додатків у різноманітні сфери людської діяльності. Особливу популярність мають такі додатки, які допомагають вирішувати повсякденні проблеми, наприклад, планування відвідування кафе у обідній час або для ділової чи товариської зустрічі. Як правило, створення мобільних додатків призначено для розширення можливостей існуючої інформаційної системи, тому розробнику, крім вирішення задачі проектування та реалізації додатку, додатково приходиться вирішувати проблеми інтеграції та коректного використання її ресурсів.

Актуальність роботи обумовлено реаліями сьогодення, які вимагають використання інновацій у будь-якій діловій діяльності для підвищення її конкурентоспроможності. Створення мобільного додатку має за мету скоротити час на обслуговування клієнтів, заощадити їх витрати за рахунок зваженого замовлення, а також допомогти менеджерам розширити зворотній зв'язок з клієнтом та підвищити якість їх обслуговування.

При розробці мобільного додатку вважалось, що інформаційна система кафе має: меню; купівельний кошик замовлення з підрахунком його вартості; контроль руху замовлення – отримання замовлення, обробку замовлення, стан замовлення, інформацію про доставку замовлення; контроль руху товарних та продуктових запасів – замовлення продуктів зі складу до кухні, наявність продуктів на складі, розрахунок необхідної кількості запасів; контроль руху грошових

коштів; документальне оформлення замовлення – чеки, рахунки; документальне оформлення руху товарних та продуктових запасів; документальне оформлення руху грошових коштів.

Розробку додатку виконано за допомогою IDE Android Studio версії 3.5 на мові програмування Java. Додаток має окремі активності для забезпечення певної функціональності: входу до користувацького кабінету; ознайомлення з меню та створення замовлення на певний час; перегляд історії замовлень та створення набору улюблених страв та інше. Інтеграція додатку до існуючої інформаційної системи кафе дозволяє також створити мобільний додаток для менеджера, що забезпечить гнучкість системи. В інформаційній системі замовлення є екземпляром відповідного класу, а сукупність замовлень є певною моделлю даних. Стан усіх замовлень відстежується в системі, коригується через додаток менеджера або за допомогою відповідного інтерфейсу. Замовлення створюються через підсистему кабінетів клієнтів, через які їх стан може відстежуватись.

Впровадження проекту дозволить позитивно впливати на ефективність роботи кафе, підвищити якість обслуговування клієнтів, мінімізувати витрати їх часу. При подальшому розвитку системи передбачається створення додаткової функціональності, пов'язаної з використанням карткового рахунку для оплати замовлень та форуму клієнтів закладу.

УДК 004.031

РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ЗНО З УКРАЇНСЬКОЇ МОВИ ТА ЛІТЕРАТУРИ

*Дубровний І. В., учень; Циммерман Г. А., ст. викладач
Запорізький багатопрофільний ліцей №99
Запорізький національний університет*

Одним з обов'язкових предметів на ЗНО завжди були українська мова та література. Тому питання підготовки до складання тестів з цих предметів було актуальним ще з часів першого ЗНО. Для підготовки до ЗНО учню треба повторити об'ємний теоретичний матеріал за 5-11 класи. Також, важливо на практиці підготуватися до тестів, навчитися правильно розуміти завдання та давати коректні відповіді.

Нами було прийнято рішення дослідити можливість організації підготовки учня з використанням програмного засобу, спеціально створеного для цього.

У ході дослідження було проведено комплексний аналіз існуючих інформаційних засобів навчального призначення, спроектовано спеціалізований програмний засіб навчального призначення, підготовано актуальний до вимог ЗНО 2020 навчальний контент, створена програма, що дозволяє організувати теоретичну та практичну підготовку учня до ЗНО з української мови та літератури. Цю програму можливо використовувати безпосередньо на шкільних заняттях або індивідуально вдома. Основними типами навчальної

діяльності учнів під час роботи з програмою є ознайомлення (повторення) з матеріалами навчальних дисциплін, виконання вправ, проходження тестів.

У майбутньому є можливість модернізувати програму, додати новий функціонал і переорієнтувати її на інші предмети шкільної програми.

Для створення програми використано мову ObjectPascal (Delphi) і середовище програмування Lazarus, так як в процесі навчання у школі використовується саме це середовище, а також функціоналу середовища Lazarus цілком вистачає для створення подібного роду програм.

Робота пройшла апробацію у навчальному закладі (ЗБЛ №99, м. Запоріжжя) та на конкурс-захисті дослідницьких робіт учнів-членів МАНУ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Формування предметних компетентностей з української мови під час підготовки до ДПА та ЗНО. Освіта.ua. URL: http://ru.osvita.ua/school/lessons_summary/edu_technology/44463/

2. Методичні рекомендації щодо якісної підготовки до ЗНО з української мови. На урок. Освітній проект. URL: <https://naurok.com.ua/metodichni-rekomendacii-schodo-yakisno-pidgotovki-do-zno-z-ukra-nsko-movi-34781.html>

3. Підготовка учнів до ДПА та ЗНО: шляхи успішної реалізації / Класна оцінка. Освітній портал. URL: <https://klasnaocinka.com.ua/uk/article/pidgotovka-uchniv-do-dpa-ta-zno-shlyakhi-uspishno.html>

УДК: 004.056.5:004.7

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ НАВЧАЛЬНИМ ПРОЦЕСОМ

*Егорова О. Є., студентка; Кудін О. В., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Запорізький національний університет*

Різноманітні автоматизовані інформаційні системи впроваджуються останнім часом не тільки на виробництво, а й сферу обслуговування, освіти тощо.

Управління навчальним процесом є дуже складним процесом, який включає в себе потоки даним між великою кількістю компонент, тому розробка такої системи є актуальною та необхідною.

Управління навчальним процесом можна поділити на такі підсистеми:

- підсистема управління організаційно-науковою структурою факультету;
- підсистема управління навчальним навантаженням;
- підсистема управління навчальним закладом;
- підсистема обліку виконання навчального навантаження.

Метою роботи є розробка підсистеми управління навчальним процесом, а саме модулю формування та розподілу навчального навантаження.

Об'єктом дослідження є структури даних та процеси, що пов'язані із організаційною структурою та навчально-науковою діяльністю фа-

культетів вищих навчальних закладів, процес формування та розподілу навчального навантаження викладачам кафедри.

Система управління навчальним процесом має надавати користувачам такі можливості:

- реєстрація/редагування/видалення кафедри;
- реєстрація/редагування/видалення викладача кафедри;
- додавання/редагування/видалення курсу;
- додавання/редагування/видалення навчального навантаження дисципліни;
- додавання/редагування/видалення розподіленого навчального навантаження.

Також система має підтримувати генерацію документів наступних видів:

- навчальне навантаження кафедри за рік і по семестрах;
- розподілене навантаження кафедри за рік і по семестрах;
- індивідуальне навантаження викладача кафедри за рік і по семестрах.

Система повинна забезпечувати авторизацію користувачів та надавати їм функціональні можливості, що відповідні їх групі користувачів [1, 2].

Виходячи з функціональних вимог можна розподілити права користувачів наступним чином:

- адміністратор системи;
- деканат;
- кафедра;
- відділ кадрів.

Висновки. Формування, розподіл та облік виконання навчального навантаження викликає значні труднощі через велику кількість інформації, яку доводиться обробляти. У подальшому цю систему можливо розширювати новим функціоналом, так як отримані дані при формуванні та розподілу навчального навантаження використовуються при формуванні навчального розкладу, обліку виконаного навчального навантаження тощо.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вигерс К. Разработка требований к программному обеспечению / Пер. с англ. Москва: Издательско-торговый дом «Русская редакция», 204. 576 с.

2. Коберн А. В. Современные методы описания функциональных требований к системам. Изд-во: Лори, 2012. 264 с.

УДК 004.89

ОПИС ПРОЦЕСУ РОЗРОБКИ ФРЕЙМВОРКУ З АВТОМАТИЗОВАНОГО ТЕСТУВАННЯ

Жильцов С. С., студент

Запорізький національний університет

Суть роботи полягає у розробці фреймворку для автоматизованого тестування сайту. Такі фреймворки не нова річ у питаннях автоматизованого тестування, але кожен автоматизатор на початку роботи з

новим тестованим ПЗ починають розробку свого власного фреймворку. Я пропоную свою версію такого. Створюючи його я намагався підібрати стек інструментарію та написати найбільш універсальні методи і класи, щоб розробляти тести для більшості типів сайтів.

Для написання фреймворку використовується мова програмування JAVA, IntelliJ IDEA як середовище розробки, Selenium – як інструмент автоматизації, TestNG – як тестовий фреймворк.

Фреймворк був створений, дотримуючись Page Object патерну, тобто для кожної необхідної сторінки сайту було створено окремий клас і заповнено кнопками, полями вводу, заголовками та іншими необхідними елементами. В кожному такому класі було створено методи для натискання кнопок, перевірки заголовків, вводу тексту в поля вводу. Було додано всі необхідні очікування та базові методи у базові класи сторінок та тестів.

Створений фреймворк дозволяє полегшити написання тестів, а також розширити звітність, логування та функціонал перевірок.

Фреймворк пристосований до повторного прогону впавших тестів у тестсьюті для збільшення стабільності та інформативності результатів.

Також можна використовувати Jenkins для запланованого запуску тестів, залежного запуску сьютів, перегляду детальних звітів, автоматичної відправки результатів на пошту та ін.

На основі створеного фреймворку, навіть недосвідчений автоматизатор може з легкістю почати написання автоматизованих тестів для більшості сайтів, достатньо лише замінити необхідні посилання та написати необхідні класи сторінок.

ЛІТЕРАТУРА

1. SeleniumHQ Browser Automation. URL: <http://docs.seleniumhq.org>.
2. QaTestLab. Режим доступу до ресурсу: <https://training.qatestlab.com/>

УДК 004.92

ЗАСТОСУВАННЯ ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ ЗІ СПІЛЬНОЮ ПАМ'ЯТТЮ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ R-ФУНКЦІЙ

*Ігнатченко М. С., аспірант; Кудін О. В., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Запорізький національний університет*

Застосування чисельних методів для розв'язання крайових задач математичної фізики потребує створення сіткових моделей дво- і тривимірних геометричних областей складної форми. Проблему автоматичної генерації сітки граничних або скінченних елементів можна поділити на дві окремі задачі:

- 1) створення формального опису вихідної геометричної області у формі, прийнятній для подальшої комп'ютерної обробки;
- 2) автоматичну генерацію сіткової моделі на основі раніше отриманого формального опису вихідної геометричної області [1].

Найбільш складною є перша задача, особливо для геометричних областей нетипової форми. На сьогодні розроблено багато різних

підходів до геометричного моделювання, таких, наприклад, як поверхневе й твердотільне геометричне моделювання. Проте, їх практичне застосування має певні обмеження [2]. Універсальним способом параметричного опису геометричної області будь-якої складності є використання апарату R-функцій, що дозволяє за допомогою логічних операцій кон'юнкції, диз'юнкції та інверсії над елементарними математичними співвідношеннями будувати математичні функції, які однозначно описують границю геометричної області будь-якої форми [3].

На жаль, застосування R-функцій на практиці є досить складним, оскільки вони є неявними. Отже, при геометричному моделюванні областей складної форми із застосуванням R-функцій постає проблема візуалізації неявних математичних співвідношень. Для цього пропонується алгоритм, який базується на побудові набору опорних точок, що належать границі вихідної геометричної області. Після цього на отриманому наборі вузлів генерується воксельна або гранично-елементну модель, яку можна швидко візуалізувати.

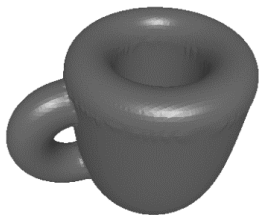


Рис.1. Геометрична область «Чашка»

Задача ефективного пошуку точок, що належать границі геометричної області, описаної неявною функцією, на сьогодні є актуальною й вимагає розробки відповідних підходів і алгоритмів. Авторами запропоновано паралельний алгоритм побудови та візуалізації геометричних моделей областей, описаних неявними функціями, в обчислювальних системах із загальною пам'яттю. Відповідно до нього вихідна задача пошуку множини точок, що належать границі неявно заданої геометричної області, поділяється на певну сукупність підзадач, які розв'язуються паралельно, а отримані результати згодом об'єднуються. Алгоритм було реалізовано із застосуванням Стандартної бібліотеки мови програмування C++ (C++ 0x). Крім того було розроблено відповідне програмне забезпечення й виконано ряд обчислювальних експериментів, які показали ефективність запропонованого алгоритму на комп'ютерних системах зі спільною пам'яттю з різними типами процесорів. Приклад роботи запропонованого алгоритму приведено на рис. 1.

ЛІТЕРАТУРА

1. Чопоров С. В., Гребенюк С. Н., Гоменюк С. И. Функциональный подход к геометрическому моделированию технических систем. Запорожье: ЗНУ, 2016. 177 с.
2. Голованов Н. Н. Геометрическое моделирование. Москва: Издательство физико-математической литературы, 2002. 472 с.
3. Рвачев В. Л. Теория R-функций и некоторые ее приложения. Киев: Наукова думка, 1982. 106 с.

ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЦІН НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЮ

*Львущенко Н. О., аспірант; Кудін О. В., канд. фіз.-мат. наук, доцент;
Лісняк А. О., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Запорізький національний університет*

Часові ряди, які відображають динаміку деякого процесу, можуть бути досить складними за своєю структурою та включати тренд, сезонну складову, випадковий шум тощо. Такими часовими рядами, наприклад, є ціни на відновлювальну електроенергію на відкритому європейському ринку. Оскільки на ціну впливають попит, погодні умови, стан виробництва, дані ряди є нестационарними та можуть мати погано прогнозовані різкі коливання.

У літературі запропоновано велику кількість різноманітних моделей для вирішення проблем прогнозування, це класичні методи математичної статистики (наприклад, ARIMA [3, 4], GARCH [5]), а також методи машинного навчання (метод опорних векторів, найближчих сусідів, дерева рішень, нейронні мережі тощо).

Для більше точного прогнозування намагаються об'єднати інформацію про конкретні події (обсяг продаж або коливання цін, погодні умови) та історію попередніх значень часових рядів. Такі моделі більш складні за рахунок великої кількості параметрів.

Метою даної роботи є прогнозування цін на відновлювальну електроенергію на прикладі Франції на 2019 рік, використовуючи історичні дані за 2018-2019 роки.

Для аналізу враховуються п'ять часових рядів: історія ціни на електроенергію, виробництво сонячної енергії, загальне споживання, загальний об'єм виробництва та виробництво вітрової електроенергії.

Перед моделюванням вхідні дані були нормалізовані методом MinMax для приведення всіх числових значень до одного діапазону (рис. 1).

	da	solar_prod	...	SD
count	16511.000000	16511.000000	...	16511.000000
mean	0.247162	0.186080	...	0.248022
std	0.060221	0.254989	...	0.052171
min	0.000000	0.000000	...	0.127820
25%	0.208393	0.000000	...	0.211381
50%	0.242848	0.022341	...	0.240889
75%	0.281988	0.340614	...	0.278281
max	1.000000	1.000000	...	0.596567

Рис. 1. Статистика вхідних даних після нормалізації

На першому етапі застосовується метод «схожих днів» (англ. Similar Days, SD) [2] для прогнозування цін на електроенергію у вигляді лінійного наближення на основі попередніх значень. Для кожного дня обрано спостереження на проміжку часу (-28, 28), починаю-

чи з поточного дня, роком раніше і так далі (рис. 2). Для кожного такого дня обчислюється метрика «схожості» [2].

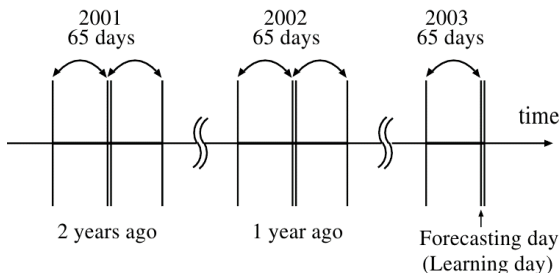


Рис. 2. Проміжки часу для спостереження

Для розрахунку середньої ціни використовується декілька спостережень з мінімальною метрикою «схожості». Наприклад, на рисунку 3 наведено прогноз ціни з використанням методу «схожих днів» від «2018-01-16 00:00:00» до «2019-12-04 23:00:00» (справжня ціна та відповідна оцінка SD).

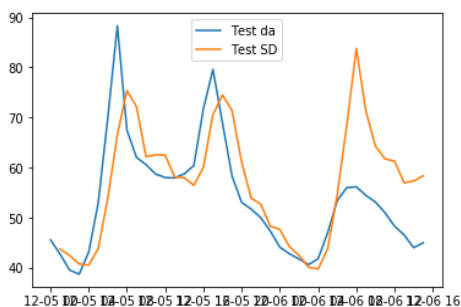


Рис. 3. Графік прогнозу ціни за методом «аналогічні дні»

Для прогнозування можливих різких та великих за амплітудою коливань ціни (так званих піків ціни) використовується метод, який базується на розрахунках індексу споживання та виробництва вітру (англ. Consumption and Wind Index, CWI).

Розподілення CWI може використовуватись як додаткова інформація для прогнозування піків цін [1].

Формула CWI наступна:

$$CWI = CC \times CW,$$

$$CC = \frac{C(T)_h}{C_{sd}}, C_{sd} = \frac{\sum_{i=1}^N C_i}{N}, CW = \frac{W(T)_h}{W_{sd}}, W_{sd} = \frac{\sum_{i=1}^N W_i}{N},$$

де C_h – споживання в годинах;

C_{sd} – середнє споживання за день;

W_h – виробництво вітру в годину аналогічний h ;

W_{sd} – середнє виробництво вітру за аналогічний день;

N – номер аналогічного дня.

Використання CWI для всього набору даних вказує на те, що при більш низькому значенні коефіцієнта відбуваються великі цінові коливання [1]. Тому цей показник часто додається до основної моделі прогнозування.

Нейронні мережі прямого поширення, наприклад, багатошаровий перцептрон (англ. multilayer perceptron, MLP) є універсальними засобами наближення нелінійних функцій. В даній роботі використовується для прогнозування цінових значень на годину вперед. Для прогнозування 24х значень використовується рухоме вікно. Передбачається, що прогнозована ціна – це один з вхідних параметрів для моделі MLP.

Як метрики похибки використовуються середня відносна похибка (Mean Absolute Percentage Error, MAPE), середня абсолютна похибка (Mean Absolute Error, MAE) та середня квадратична похибка (Root Mean Square Error, RMSE) (табл. 1).

Таблиця 1

Результати прогнозування

День	MAPE, %	MAE	RMSE
Грудень 2019	7.34	4.05	4.96
Листопад 2019	11.04	5.50	6.47
Жовтень 2019	12.91	4.95	5.81
Вересень 2019	13.74	5.04	5.89
Серпень 2019	11.71	3.77	4.56
Липень 2019	8.99	3.40	4.10
Червень 2019	19.77	5.63	6.61
Травень 2019	13.99	5.44	6.48
Квітень 2019	13.52	4.98	5.87
Березень 2019	16.80	5.86	6.92
Лютий 2019	10.31	5.83	6.69
Січень 2019	12.54	5.09	5.95
Середні помилки	12.72	4.96	5.85

Реалізований підхід («подібні дні» + CWI + MLP) демонструє точність в середньому 12% MAPE для заданих вхідних даних, така точність є недостатньою для практичних застосувань. Ця проблема може бути викликана великою кількістю параметрів моделі та нестаціонарністю часового ряду, що досліджується. Перспективи подальших

досліджень пов'язані з використанням рекурентних нейронних мереж та розробкою альтернативних підходів до прогнозування піків ціни.

ЛІТЕРАТУРА

1. Marin Cerjan & Marin Matijaš & Marko Delimar, 2014. "Dynamic Hybrid Model for Short-Term Electricity Price Forecasting", *Energies*, MDPI, Open Access Journal, vol. 7(5), pages 1–15.
2. P. Mandal & T. Senjyu & T. Funabashi, 2006. "Neural networks approach to forecast several hour ahead electricity prices and loads in deregulated market", *Energy conversion and management*, vol. 47 (15-16), pages 2128–2142.
3. Brockwell P. J., Davis R. A. *Introduction to Time Series and Forecasting*. New York: Springer, 2016. 425 p.
4. De Gooijer J. G. *Elements of Nonlinear Time Series Analysis and Forecasting*. New York: Springer, 2017. 622 p.
5. Rostan P., Rostan A. The versatility of spectrum analysis for forecasting financial time series. *Journal of Forecasting*. 2017, Vol. 37. Issue 3. P. 327–339.

УДК 004.031.4

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПОБУДОВИ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТУ

Кальниченко Д. О., аспірант;

Панасенко Є. В., канд. фіз.-мат. наук, доцент

Запорізький національний університет

У роботі розглянуто наскільки правильне розподілення часу та порядок точок маршруту може впливати на продуктивність всього маршруту. Метою роботи є побудова оптимального маршруту з відвідуванням максимальної кількості точок у найкоротший термін з урахуванням додаткових факторів. Для вирішення проблеми була розроблена програма яка на основі координатних точок та їх параметрів буде повноцінний маршрут.

В основу алгоритму лягла «Задача комівояжера». Суть задачі зводиться до пошуку оптимального, тобто найкоротшого шляху проходження маршруту по запропонованих містах [1]. У нашому випадку задача уточняється до таких вхідних даних:

- координати знаходження точки;
- дні тижня роботи точки маршруту;
- час початку та кінця роботи точки;
- обідня перерва;
- витрачений час на те, щоб дістатися до точки.

Для розрахування витраченого часу, щоб дістатися до місця, була використана розробка Openrouteservice [2]. Це пакет який поширюється за GNU ліцензією. Для роботи цього сервісу необхідно завантажити мапу у форматі .osm, .osm.gz, .osm.zip або .pbk. Після завантаження мапи за допомогою API можна обчислити найкоротші маршрути та час витрачений на поїздки у трьох форматах: пішки, на велосипеді та автомобілі. Данні про графік роботи місця вводяться у розробленій на мові програмування PHP адміністративній панелі. Після збору необхідних вхідних даних вони перенаправляються у форматі JSON за допомогою API до розробленої власноруч системи побудови оптимального маршруту PathBuilder [3].

Ціль роботи – підвищення ефективності відвідування місць і активностей туристами у зжатий графік та з мінімальною кількістю очікування між точками маршруту. Система забезпечує заздалегідь спланований маршрут з витриманим таймінгом та варіантами пересування між точками маршруту в межах обраного міста.

Технічне рішення: для клієнтської частини розроблено додатки, що працюють на мобільних терміналах на ОС Android та ОС Iphone. Додатки реалізовано на мовах програмування Java та Swift відповідно. Адміністративна частина та backend побудовані на мові програмування PHP. У якості бази даних використовується СУБД MySQL. Основний алгоритм побудови маршруту Path Builder написаний на мові програмування C++. Також використовувалася допоміжна GIS система Openrouteservice. Обмін даними виконується за допомогою Internet мережі. Система знаходиться в експериментальній експлуатації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Базилевич Л. Г. Дискретна математика у прикладах і задачах. Львів: Видавець І. Е. Чижиков, 2013. 487 с.
2. OpenRouteService URL: <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/OpenRouteService>.
3. Path Builder URL: <https://github.com/SmnTin/PathBuilder>.

УДК 004.4:004.42

РОЗРОБКА ДОДАТКУ ДЛЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ CSV-ФАЙЛУ У JSON

*Карасьов О. О., студент; Кривохата А. Г., асистент
Запорізький національний університет*

Інженерія програмного забезпечення застосовує сучасні методології та інструментарій проектування та розроблення програмного забезпечення інформаційних управляючих систем.

Актуальність перетворення CSV-файлу у JSON полягає в тому, що майбутні інженери-програмістами, менеджери програмних проєктів в індустрії розробки програмних систем можуть застосовувати будь-які текстові формати для автоматизування інформації та поліпшення свого життя.

Для роботи з солідною базою клієнтів, базою замовлень і відповідно детальними описами продуктів, рано чи пізно постане проблема обміну і заощадження інформації.

Використання універсального формату даних, експортуючи і імпортуючи інформацію через CSV-файл, є найбільш оптимальним розв'язком можливих проблем, що можуть виникнути при роботі з солідною базою клієнтів.

Для того щоб далі працювати за файлами CSV і JSON потрібно знати, як витягувати текст з документів PDF та Word. Для отримання доступу до даних потрібні спеціальні модулі Python.

У роботі пропонується розглянути особливості методології Джексона та проектування програмного забезпечення. Метод JSP (званий також методом Джексона) базується на вихідному положенні, що складається в тому, що структура програми залежить від структури

підлягають обробці даних. Тому структура даних може використовуватися для формування структури програми.

Оскільки програма запускається з натискання кнопки на відкриття файлу. Спочатку потрібно ініціалізувати інтерфейс програми. Для цього імпортуємо інтерфейс із файлу `design` та підключаємо до програми. Створюємо обробник події для натискання на кнопку. Функція `browse` дозволяє користувачу знайти потрібний йому CSV-файл.

Завдяки `read_CSV` прочитати файл `csv` можна не лише локально, але з URL-адреси, або можна вибрати, які стовпці потрібно експортувати, щоб не довелося потім редагувати масив. Ще одна функція `write_json()` перетворює цілі значення в рядок.

Після того як ми наш CSV-файл конвертували у JSON-файл, остання дія залишилась лише у перевірці правильності роботи нашого коду. Для цього можемо відкрити JSON-файл у VISUAL STUDIO.

Таким чином, було створено користувацький додаток для перетворення файлів із формату CSV у формат JSON.

ЛІТЕРАТУРА

1. Automate the Boring Stuff with Python, Practical Programming for Total Beginners; by Al Sweigart; April 2015, 504 pp. URL: <https://automatetheboringstuff.com>.

2. CONVERT CSV TO JSON IN PYTHON, PUBLISHED FRI, SEP 18, 2015 BY DSK. URL: <https://www.idiotinside.com/2015/09/18/csv-json-pretty-print-python/>

3. Программирование на Python, том I, 4-е издание. // Пер. с англ. Санкт-Петербург: Символ-Плюс. 2011, 992 с. URL: https://freepl.at.ua/load/dokumentacija/python/mark_lutc_izuchaem_python_4_e_izdanie/12-1-0-25.

УДК 004.4:004.41

РОЗРОБКА КОНВЕРТОРА ЗОБРАЖЕНЬ ФОРМАТУ BMP У ФОРМАТ JPEG

*Каретнікова К. В., студентка; Кривохата А. Г., асистент
Запорізький національний університет*

Завдяки розвитку технологій з'явилась велика кількість форматів графічних файлів, кожен з яких зберігає зображення певним способом. У сучасному світі, коли Інтернет користується великою популярністю, користувачам часто доводиться використовувати зображення. Бувають випадки, коли потрібно перетворювати зображення з одного формату в інший. Наприклад, коли користувачу потрібно завантажити певне зображення на сайт, але він має файл іншого формату або дизайнеру перетворити зображення з одного формату в інший. Для таких випадків створюють конвертери – програми, що дозволяють перетворити файл одного формату в інший.

У роботі пропонується розглянути процес конструювання та створення конвертера зображень формату BMP у формат JPEG. BMP – апаратно-незалежне бітове зображення Windows. Цей формат зводить до мінімуму ймовірність помилок, але має недоліки. По-перше, застосування файлів BMP обмежене платформою Windows, а по-друге, файли цього формату мають великий розмір. Формат JPEG вперше

реалізував новий принцип стиснення з втратами інформації та є одним з найпопулярніших на даний момент.

Написання власного конвертера було поділено на три етапи, а саме: проектування, практична реалізація та тестування.

На етапі проектування було визначено функціонал конвертера. Окрім функції конвертації зображення було додано попередню обробку зображення за бажанням користувача, а саме зміна розміру та кольору зображення на чорно-білий. Потім майбутній застосунок було описано за допомогою методу Джексона: структура програми, визначено та розподілене основні виконувані операції та написано структурний виклад програми.

На етапі практичної реалізації було обрано мову програмування та середовище розробки, написано код програми. Для створення конвертера було обрано мову програмування C# оскільки вона має велику кількість додаткових бібліотек, які можна використовувати під час написання своїх програм та не витрачати час на розробку складних компонентів. У якості середовища розробки було обрано Visual Studio, яке підтримує і мову програмування C# і платформу .NET Framework. Спочатку було створено макет форми Windows, потім було прописано дії, які повинна виконувати програма при натисканні певної кнопки на макеті, потім була прописана обробка найпоширеніших виключних ситуацій, створено функції для обробки зображення та конвертації зображення. Для реалізації конвертації було використано бібліотеку ImageFormat, яка має метод Jpeg, що конвертує зображення у формат JPEG.

Фінальною стадією написання програми є її тестування. Під час тестування було перевірено, як працює програма у звичайних ситуаціях, було створено найпоширеніші виключні ситуації. Таким чином, було спроектовано та створено власний конвертер зображень, який перетворює файли формату BMP у формат JPEG, а також виконує просту обробку зображення за бажанням користувача.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бахтізін В. В., Глухова Л. А. Технологія розробки програмного забезпечення. Мінськ: БДУІР, 2010. 267 с.
2. Троелсен Е., Джепкс Ф. Мова програмування C# 5.0 та платформа .NET 4.5. Москва: Діалектика-Вільямс, 2013. 1311 с.

УДК 373.3:004.9

РОЗРОБКА МУЛЬТИМЕДІЙНОГО РЕСУРСУ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДОДАТКУ SCRATCH НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ

Колєснікова К. С., студентка;

Матвіїшина Н. В., канд. техн. наук, доцент

Запорізький національний університет

Актуальною проблемою вивчення інформатики є зниження рівня пізнавальної активності учнів через надмірну складність навчального матеріалу. Саме тому освітній процес повинен бути методично

вибудований таким чином, щоб на уроках з програмування була створена ситуація успіху для учнів за рахунок результативності роботи.

Аби учні швидко та легко могли опанувати візуальну мову програмування Scratch, і в подальшому могли легко розуміти та опановувати інші мови програмування, пропонується використання розробленого web-ресурсу. Починаючи з 2 класу учні вже можуть опановувати Scratch [1].

Мій SCRATCH

ГоловнаКонтактиЗавданняВийти (Стасюк Ніна Петрівна)

Головна / Завдання (2-A)

Завдання (2-A)

Показані 1-3 із 3 записів.

ID	Назва	Завдання	Тестування
2	УРОК 1: Поняття команди. Порівняння команди й спонукального речення. Команди й виконавці.	Перегляд завдання	Спочатку здайте завдання
3	УРОК 2: Послідовність дій. Приклади послідовності дій у природі. Ведення у середовище програмування Scratch.	Перегляд завдання	Спочатку здайте завдання
4	УРОК 3: Сприти. Розв'язування задачі на створення лінійних алгоритмів в середовищі Scratch.	Перегляд завдання	Спочатку здайте завдання

Web-ресурс, що пропонується, призначений для вивчення середовища програмування Scratch 2.0, перевірки своїх знань за допомогою тестів, та відпрацювання практичних навиків роботи зі Scratch. Для реалізації та роботи мультимедійного ресурсу було використано мову програмування PHP, базу даних MariaDB 10.3, Framework Yii2 [2].

Таким чином, можна стверджувати, що цікаво та правильно розроблений web-ресурс може полегшити роботу вчителям та зацікавити учнів початкової школи до вивчення середовища програмування Scratch.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ломаковська Г. В., Проценко Г. О., Ривкінд Й. Я., Ривкінд Ф. М. Сходінки до інформатики: підруч. для 2 кл. загальноосвіт. навч. закладів. К.: Видавничий дім «Освіта», 2012. 160 с.
2. Сафронов М. Разработка веб-приложений в Yii 2. Москва: ДМК Пресс, 2015. 392 с.

УДК 004.92

АЛГОРИТМ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ЧИСЛОВИХ ДАНИХ, РОЗПОДІЛЕНИХ ПО ЗАДАНИЙ ПОВЕРХНІ

¹Колтаков В. А., *учень*; ²Гоменюк С. І., *д-р техн. наук, професор*

¹Школа № 47, м. Київ

²Запорізький національний університет

На практиці часто виникає задача наочного представлення деякої функції, заданої на певній дво- або тривимірній поверхні. Зрозуміло, що якщо є формула, що аналітично описує цю величину, то найбільш простим способом її візуалізації є побудова відповідного графіка. Але, якщо функція задана таблично, то ця задача стає набагато

складнішою. Це може бути, наприклад, візуалізація розподілу температури, отриманої від певної кількості метеостанцій по деякому регіону, або зображення глибин водойми, отриманих за допомогою ехолоту в певних його точках, тощо.

В загальному вигляді цю задачу можна сформулювати таким чином: в заданих точках деякої поверхні $(x_i, y_i, z_i), i = 1, n$, відомо n числових значень певної функції F_i . Потрібно наочно візуалізувати її розподіл по вихідній області. Для розв'язання цієї задачі пропонується такий алгоритм.

На першому кроці здійснюється процедура триангуляції заданої множини точок [1, 2] (рис. 1).

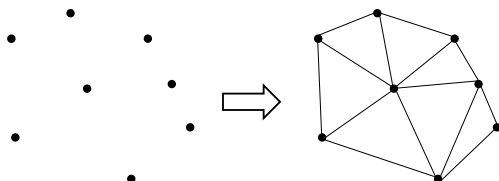


Рис. 1. Триангуляція наявної множини вузлів

На другому кроці алгоритму виконується візуалізація розподілу вихідної функції по кожному окремому трикутнику. Основна ідея візуалізації поточного трикутника полягає в такому розбитті його на певну сукупність трикутних фрагментів, при якому всім вершинам кожного окремого фрагмента відповідає однакове значення функції F (тобто кожен з нових отриманих трикутників має один колір) (рис. 2).

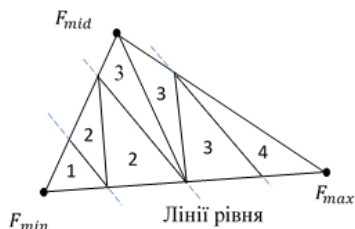


Рис. 2. Схема розбиття трикутника на однокольорові фрагменти

Для більш зручного застосування цього алгоритму необхідно впорядкувати вершини трикутника таким чином, щоб значення функції в вершинах збільшувалося. Після чого розраховується кількість переходів кольору на кожній стороні поточного трикутника в залежності від максимального значення наперед заданого параметру (загальна кількість кольорових переходів може, наприклад, дорівнювати 16 або 256). Далі – знаходяться координати трикутників розбиття й визначається їхній колір.

Запропонований алгоритм було реалізовано із застосуванням мови програмування Python 3 [3] і графічної бібліотеки OpenGL [4]. Приклади його роботи для дво- і тривимірних випадків наведені на рис. 3.

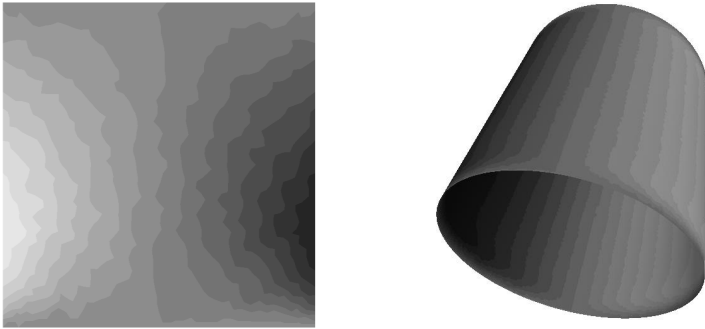


Рис. 3. Приклади роботи алгоритму візуалізації даних при загальній кількості кольорових переходів – 16

Таким чином, можна зробити висновок, що запропонований алгоритм візуалізації розподілу таблично заданої функції по деякій поверхні дозволяє підвищити ефективність аналізу великих числових масивів даних та зробити цей процес більш наочним.

ЛІТЕРАТУРА

1. Скворцов А. В. Триангуляция Делоне и её применение. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002. 128 с.
2. Чопоров С. В., Гоменюк С. И. Параллельный способ построения сеток треугольных элементов при функциональном представлении. *Вестник Херсонского национального технического университета*. 2015. № 3(54). С. 511–517.
3. Саммерфилд М. Программирование на Python 3. Подробное руководство. Санкт-Петербург: Символ-Плюс, 2009. 608 с.
4. Хилл Ф. OpenGL. Программирование компьютерной графики. Санкт-Петербург: Питер, 2002. 1088 с.

УДК 378.1:004.9

РОЗРОБКА МУЛЬТИМЕДІЙНОГО ТРЕНІНГУ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ВЕБ-ПРОЕКТІВ

*Кравченко Д. О., студентка; Матвіїшина Н. В., канд. техн. наук, доцент
Запорізький національний університет*

У зв'язку із швидким розвитком технічних і програмних можливостей персональних комп'ютерів, поширення інформаційно-комунікаційних і творчих технологій створюються реальні можливості для їх застосування в системі освіти. Використання інформаційно-комунікаційних технологій сприяє розвитку творчого потенціалу в процесі навчання та забезпечує його цілісність та ефективність.

Для створення якісного веб-ресурсу необхідні певні вміння та навички. Існують CMS-системи для створення веб-проектів, серед них: WordPress, Joomla, PrestaShop та інші. Щоб навчитися ними користуватися потрібно відвідувати спеціальні тренінги, що в свою чергу може забирати багато часу. Тому метою роботи, що пропонується є створення мультимедійного тренінгу, за допомогою якого можна не лише здобути знання з створення веб-проектів, а й навчитися розробляти власні.

Створений веб-тренінг розкриває сутність, структуру мультимедійного веб-ресурсу, знайомить з інструментарієм CMS-систем для створення веб-проекту. За допомогою даного ресурсу можна навчитися створювати власні веб-проекти з використанням різних CMS-систем та закріпити знання та навички. Даний ресурс (веб-тренінг) буде корисним як досвідченим користувачам мультимедійних ресурсів, так і користувачам-початківцям.

ЛІТЕРАТУРА

1. Квинт И. «HTML, XHTML и CSS на 100%». Санкт-Петербург: Питер, 2010. 384 с.
2. Эффективный самоучитель по креативному Web-дизайну. HTML, XHTML, CSS, JavaScript, PHP, ASP, ActiveX. Текст, графика, звук и анимация / Пер с англ. Крис Джамса, Конрад Кинг, Энди Андерсон. Москва: ООО ДиаСофтЮП, 2005. 672 с.

УДК 004.89

ПРОЕКТУВАННЯ МОДУЛЮ ІНТЕГРАЦІЇ ПЛАТІЖНОЇ СИСТЕМИ AUTHORIZE.NET З CMS «MAGENTO 2»

*Кривий Я. В., студент; Лісняк А. О., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Запорізький національний університет*

У наш час системи онлайн платежів є невід’ємною частиною сучасної онлайн торгівлі [3]. Здебільшого, подібні платіжні сервіси самостійно розробляють модулі, плагіни або розширення для інтеграції у розповсюджені систем керування вмістом (CMS) [1][2]. Але існують CMS для яких подібні модулі не реалізовано. Одним з прикладів такої проблеми є платіжний сервіс Authorize.net та CMS «Magento 2» [2].

У результаті аналізу технічних вимог модулю інтеграції платіжної системи з CMS «Magento 2» та проведення анкетування з користувачами системи було виявлено основні функціональних вимог даної системи для різних ролей користувачів (рис. 1-2) [4].

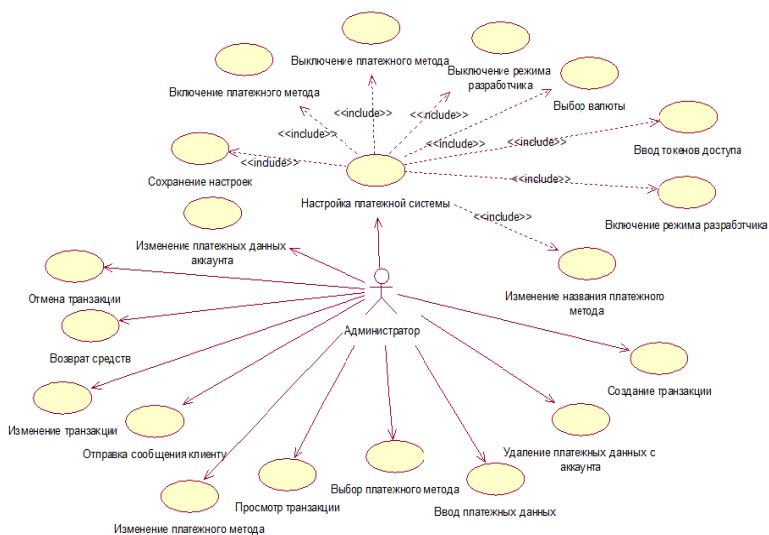


Рис. 1. ДВВ для актора «Адміністратор»

Оскільки, основною складовою частиною модулю є процес оплати то на діаграмі послідовності (рис. 3) наведено основний прецедент взаємодії платіжної системи та CMS «Magento 2», а саме «Створення транзакції» для оплати замовлення.

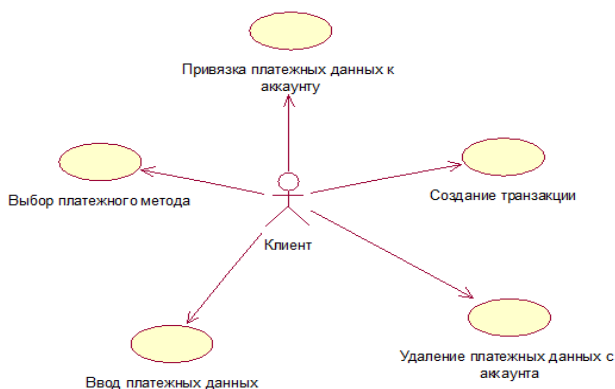


Рис. 2. ДВВ для актора «Клієнт»

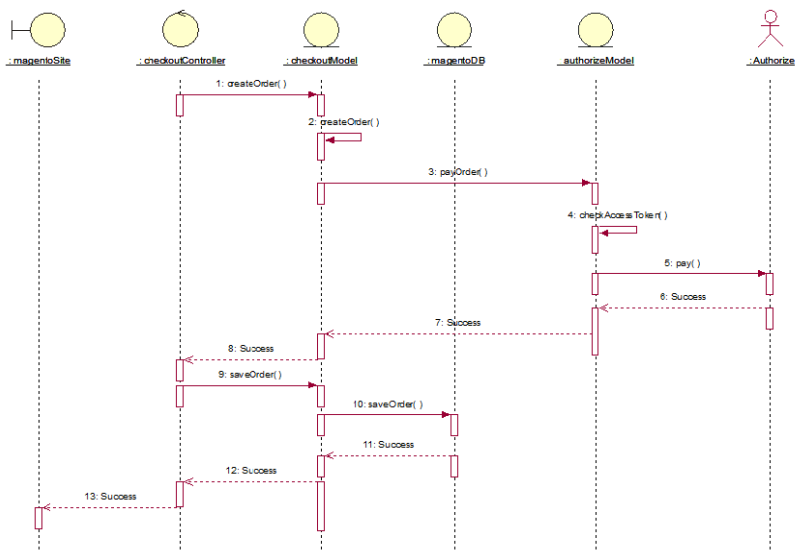


Рис. 3. Діаграма послідовності для прецеденту «Створення транзакції»

Таким чином, за результатами роботи були сформовані функціональні вимоги до системи та спроектована структура модуля платіжної системи. За результатами проектування реалізовано основні механізми процесу оплати: створення транзакції, відміна транзакції, зміна транзакції, повернення коштів, зміна платіжного методу, зміна платіжних даних.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ajzele Branko. Magento 2 Developer's Guide / Packt Publishing, 2015. 412 p.
2. Burge Stephen. Magento 2 Explained: Your Step-by-Step Guide to Magento 2. OSTRaining, 2017. 208 p.
3. Вероника Белоусова. Платежные системы. ООО «ЛитРес», 2012. 254 с.
4. Сергей Трофимов. CASE-технологии. Практическая работа в Rational Rose. Бином-Пресс, 2002. 288 с.

УДК: 004.65

СПЕЦИФІКАЦІЯ ВИМОГ ДО ANDROID ДОДАТКУ «BEAUTYSALON» ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ САЛОН КРАСИ

*Крикунова Г. Д., студентка; Кудін О. В., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Запорізький національний університет*

На сьогоднішній день на ринку послуг у різних сферах існують різноманітні автоматизовані інформаційні системи, наприклад, системи управління взаємодіями з клієнтом (англ. Customer relationship management).

Метою роботи є розробка мобільного додатка для салону краси "BeautySalon" на базі ОС Android.

Для досягнення мети треба виконати такі задачі:

- збір інформації для написання специфікацій вимог до системи (технічного завдання);
- написання плану стадій та етапів розробки;
- аналіз діяльності салону краси;
- побудова функціональної структури для автоматизації основних-бізнес процесів та потоків даних;
- створення сценарія основних-бізнес процесів;
- побудова моделі інформаційної системи;
- розробка концепції, архітектури та платформи для реалізації інформаційної системи;
- моделювання діяльності через документування технологічних процесів [1];
- проектування інформаційної системи;

ІС "BeautySalon" призначена для спрощення запису до салонів краси та замовлення продукції для волосся. Планується, що система повинна експлуатуватися клієнтами салону краси.

Мета створення системи: прискорення процесу запису на стрижку, клієнти зможуть подивитись каталог перукарів, вибрати зручний для себе час.

Цей мобільний додаток має виконувати наступні функції:

- перегляд інтер'єру салону краси;
- реєстрація клієнта;
- авторизація клієнта та співробітника салону;
- попередній запис клієнта;
- скасування та редагування запису;
- перегляд розкладу майстра – вільний час для запису;
- перегляд каталогу салонів краси в містах України;
- перегляд каталогу майстрів та їх рейтинг;
- замовлення продукції для волосся;
- формування співробітниками звіту про послуги, які були надані клієнту;
- перегляд історії попередніх візитів та замовлень.

Висновки. Розробка мобільного додатку для салонів краси дозволить автоматизувати процес запису до салону краси, покупки продукції салону, введення розкладу роботи майстрів. Основні функції такої інформаційної системи складаються в підтримці надійного зберігання інформації, формування спеціальних звітів, а також надання користувачеві зручного та легкого інтерфейсу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вигерс К. Разработка требований к программному обеспечению / Пер. с англ. Москва: Издательско-торговый дом «Русская редакция», 2004. 576 с.

РОЗРОБКА WEB ДОДАТКУ ДЛЯ АНАЛІТИКИ З ВИКОРИСТАННЯМ ФРЕЙМВОРКУ DASH

Лабенська Н. В., студентка;

Панасенко Є. В., канд. фіз.-мат. наук, доцент

Запорізький національний університет

Сьогодні є безліч вільних і доступних джерел інформації, знайти які ми можемо по одному пошуковому запиту у будь-який зручний для нас час. Однак, іноді ми просто не в змозі ефективно обробляти великі обсяги інформації [1]. З'являється потреба у гнучких, потужних інструментах для збору і аналізу інформації.

Мова програмування Python і його бібліотеки [2] дозволяє вирішити задачу автоматизації збору даних, обробки даних, прискорює аналіз даних і дозволяє реалізувати нові підходи до аналізу, наприклад, вирішувати завдання за допомогою навчання нейромереж. Dash [3, 4] – це нова бібліотека в середовищі Python, проте концепції та ідеї на якихбудеться Dash, існують протягом десятиліть на різних мовах програмування і у різних додатках. Dash значно спрощує створення GUI (graphical user interface, графічних користувацьких інтерфейсів) для аналізу даних [5].

Актуальність роботи полягає у вирішенні таких задач:

- забезпечення перегляду набору даних формату .csv у вигляді таблиці;

- побудова моделі;
- реалізація методів машинного навчання;
- оцінка якості побудованої моделі;
- групування даних за заданими ознаками;
- забезпечення візуалізації даних.

Ціль роботи – розробка Web-додатку для попереднього аналізу та візуалізації даних.

Технічне рішення: було використано такі бібліотеки – sklearn, TensorFlow, pandas, numpy, matplotlib. Додаток реалізовано за допомогою Python, HTML, CSS, JavaScript.

ЛІТЕРАТУРА

1. Conor Dewey. Python for Data Science: 8 Concepts You May Have Forgotten. Jun.
2. Adrien Treuille. Turn Python Scripts into Beautiful ML Tools. Introducing Streamlit, an app framework built for ML engineers. Oct 1, 2019. URL: <https://towardsdatascience.com/coding-ml-tools-like-you-code-ml-models-ddba3357eace/>
3. Dash Documentation & User Guide Plotly. URL: <https://dash.plot.ly/>
4. Matthew E. Parker. Intro to Dashboarding with Dash for Python. Nov 11, 2019. URL: <https://medium.com/analytics-vidhya/intro-to-dashboarding-with-dash-for-python-b62c071b4641>
5. 2018. URL: <https://towardsdatascience.com/python-for-data-science-8-concepts-you-may-have-forgotten-i-did-825966908393>

ЕЛЕКТРОННИЙ ВІДБИТОК КОРИСТУВАЧА У ВЕБ-ПРОСТОРИ

¹Литвин О. Є., *учень*; ¹Дериведмідь М. Г., *вчитель інформатики*;

²Циммерман Г. А., *старший викладач*

¹Василівська гімназія «Сузір'я»

²Запорізький національний університет

Практично кожна сучасна сім'я має в користуванні декілька пристроїв із доступом до глобального інформаційного сховища – Інтернет. Люди швидко опановують все більш нові інформаційні технології, сервіси і просто програми, купують нове комп'ютерне обладнання, реєструються на сайтах, створюють акаунти, блоги, сайти та ін. Насправді переважна більшість користувачів не замислюється, що усі дії користувача під час роботи за комп'ютером можна зафіксувати, а проаналізувавши встановити його персональний почерк, електронний неповторний відбиток, за яким його можна у подальшому ідентифікувати та обирати, залежно від ситуації, форму впливу.

До речі, вказана особливість стає системним явищем, інформацію збирають соціальні мережі, браузері, пошукові системи, плагіни браузерів.

У роботі були поставлені наступні задачі: проаналізувати питання збору особистої інформації користувача, виокремити типові ситуації та прийоми збору, створити приклади програм, які збирають інформацію про роботу користувача на комп'ютері.

У результаті під час виконання проекту розроблено приклади скриптів мовою JavaScript, які демонструють фіксацію специфічних особливостей роботи користувача, його програмного та апаратного забезпечення. Отриману інформацію можна використати різними способами, у тому числі на шкоду користувачу.

Робота була продемонстрована на конкурсі учнівських наукових робіт членів Малої академії наук Запорізької області.

ЛІТЕРАТУРА

1. Фримен Э., Робсон Э. Изучаем программирование на JavaScript. С.-Петербург: Питер, 2015. 640 с.

2. Прохоров Н. Джентльменский набор Web-мастера. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2010. 912 с.

РОЗРОБКА ANDROID ПРОГРАМИ ВІДДАЛЕНОГО УПРАВЛІННЯ СВІТЛОМ ЗА ДОПОМОГОЮ ARDUINO

Макаров В. С., *студент*; Мухін В. В., *канд. техн. наук, доцент*;

Тітова О. О., *канд. техн. наук, доцент*

Запорізький національний університет

Сьогодні мікропроцесорне управління є домінуючим в системах автоматизованого управління. Величезне число створених систем управління, що працюють на підприємствах і в побуті, є тому підтвердженням. Розробка протоколів віддаленого доступу до пристроїв,

таких як Ethernet, Bluetooth і Wi-Fi, значно збільшило сферу застосування подібних систем. Тепер з'явилася можливість управляти пристроєм, перебуваючи на значній відстані від нього.

Тому виникає задача в розробці програмних засобів, що дозволяють здійснювати віддалений обмін інформацією з пристроєм незалежно від обраного каналу зв'язку (Ethernet, Bluetooth, Wi-Fi).

Перше, про що замислюється людина, при бажанні додати елементи «розумного будинку» – це керування освітленням. В ідеалі мінімальний набір функцій, якими повинно бути наділено «розумне світло» повинен складатися з можливості включати і вимикати світло як з вимикача, розташованого на стіні, так і віддалено за допомогою смартфона.

Таким чином, мінімальний функціонал:

- включення / вимикання світла з вимикача;
- включення / вимикання світла за допомогою Wi-Fi.

Вмикати і вимикати світло можна будь-яким з перерахованих вище способів, при цьому завжди можна дізнатися стан освітлення (увімкнене) перебуваючи не тільки в будинку, а з будь-якої точки земної кулі, де є Інтернет.

Для реалізації функціоналу мені знадобилися такі елементи:

- NodeMCU – плата на основі модуля ESP8266;
- реле – для управління навантаженням;
- світильник;
- детектор напруги – для визначення наявності напруги.

Результатом даної роботи є андроїд додаток, який демонструє роботу віддаленого включення (виключення) світла в кімнаті, а також скетч для прошивки плати на основі модуля ESP8266 написаний в середовищі Arduino IDE. Андроїд додаток реалізовано за допомогою хмарного середовища візуальної розробки Android додатків – App Inventor.

ЛІТЕРАТУРА

1. Том Иго. Arduino, датчики и сети для связи устройств. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2015. 544 с.
2. Макаров С. Л. Arduino Uno и Raspberry Pi 3. От схемотехники к интернету вещей. ДМК Пресс, 2019. 202 с.
3. NodeMCU. Управление 4 реле из приложения Android по WiFi. URL: http://zlitos.com/publ/ehlektronika/arduino_i_t_p/nodemcu_upravlenie_4_rele_iz_prilozhenija_android_po_wifi/12-1-0-27
4. Управляем реле по wi-fi с телефона. NodeMCU и Arduino IDE. URL: <https://portal-pk.ru/news/164-upravlyаем-rele-po-wi-fi-s-telefona-nodemcu-i-arduino-ide.html>

**ЗВ'ЯЗОК ЗМІСТУ КУРСУ ІНФОРМАТИКА В ПОЧАТКОВІЙ ШКОЛІ
ТА КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ**

*Мелешко О. М., студентка; Циммерман Г. А., ст. викладач
Запорізький національний університет*

Вимогою ХХІ ст. до всіх ланок освіти є формування людини, яка готова до прийняття ефективних системних рішень в умовах швидких змін, у тому числі за рахунок комунікацій з іншими. В умовах модернізації української школи, компетентнісний підхід є програмою, яка акцентує спрямованість освітнього процесу на досягнення комплексних результатів навчанні здобувачів освіти, якими є ключові (базові) і спеціальні (предметні) компетентності. Завдання такого підходу відображені у нормативних документах: Державному стандарті початкової загальної освіти, Критеріях оцінювання навчальних досягнень учнів, навчальних програмах з предметів. Запровадження компетентностей у шкільну практику дозволяє розв'язати типову для освіти проблему – учні засвоїли зміст навчального предмету, але не здатні застосувати отримані знання у конкретній ситуації. Отже, компетентність – це особистісна характеристика учня, яка набуває зрілості завдяки практичному застосуванню, рефлексії власного (або суспільного) досвіду (у більшості випадків у співпраці з іншими учнями, вчителями, батьками). Компетентність будується на компетенції(ях) – сукупності пов'язаних функціональних параметрів (знань, умінь, навичок, способів діяльності), необхідних для результативного вирішення конкретних проблем життєдіяльності.

Імплементація зазначеного підходу викликає труднощі. По-перше, вчителям, яким відводиться роль тьютора і фасилітатора, самим треба звикнути до цієї новизни і пройти необхідну кількість тренінгів. По-друге, хоча оновлений зміст навчальних програм спрямований на організацію особистісно-орієнтованого навчання, удосконалений для вимог сучасності, не сформована комплексна методична підтримка більшості навчальних предметів, у тому числі інформатики [1].

Інформаційна компетентність вважається однією з вкрай важливих. Як свідчить практика, великий відсоток учнів не розуміє специфіки роботи з інформацією, а саме: зіставляти думки з різних джерел стосовно певної проблеми, відрізняти загальне і конкретне, ефективно шукати та знаходити інформацію, не кажучи вже про навички аналізу, цілепокладання, формулювання та перевірки гіпотези та ін. Вивчаючи предмет «Інформатика» в здобувачів освіти має формуватися не тільки інформаційно-цифрова компетентність, а й такі наскрізні компетентності, як: уміння вчитися, соціально-трудова, загальнокультурна, здоров'язбережувальна [2].

Цілі курсу інформатики для початкових класів можна сформулювати як розуміння учнями правил безпечної роботи з джерелами інформації, комп'ютерними пристроями, застосування отриманих знань та навичок при вивченні інших навчальних дисциплін (читання, математики, мов, природознавства, мистецтв та ін.) Одночасно і метою і

засобом навчання інформатики є задоволення пізнавальних інтересів учнів, підтримка їх творчої ініціативи та прагнення до освоєння нових інформаційно-комунікаційних технологій, сприяння поступовому оновленню та розширюванню власних компетентностей. Особливо корисними виявляються так звані компетентнісно-зорієнтовані завдання, які мають реальне підґрунтя і спрямовані на формування ключових компетентностей.

У початковій школі на заняттях з інформатики популярними є активні методи навчання: баскет-метод, сторітелінг, мозковий штурм, метод проектів, інтелект-карти, таблиця «3ХД» тощо [3].

Отже, реалізація компетентнісного підходу в процесі здобуття учнями необхідного комплексу знань і вмінь з інформатики має позитивно відобразитись на формуванні молодого покоління українців, допомогти у становленні цілісної, різнобічної розвиненої, конкурентноспроможної на ринку праці особистості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Звичайні форми роботи – новий підхід: розвиваємо ключові компетентності: метод. посіб. / К. А. Дмитренко, М. В. Коновалова, О. П. Семиволос, С. В. Бекетова. Харків: ВГ «Основа», 2018. 119 с.
2. Ващенко Л. С. Уміння вчитися ключова компетентність учнівської молоді сучасного інформаційного суспільства. URL: <http://lib.iitta.gov.ua/107005/1/1130-4152-1-PB.pdf> (дата звернення: 1.03.2020).
3. Коломієць О. А. Використання активних методів навчання на уроках інформатики. URL: <https://vseosvita.ua/library/vikoristanna-aktivnih-metodiv-navcanna-na-urokah-informatiki-84197.html> (дата звернення: 1.03.2020).

УДК 378.937

ОПТИМІЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ДИСЦИПЛІНИ ЗАСОБАМИ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

*Милосердова О. О., студентка; Пшенична О. С., канд. пед. наук, доцент
Запорізький національний університет*

Проблема сьогодення, пов'язана з викладанням дисциплін, полягає в тому, що існує суперечка між збільшенням об'єму наукової інформації та зменшенням часу на її засвоєння. Одним з варіантів інтенсифікації освітнього процесу є оптимальний розподіл навчальної інформації [1].

При роботі з навчальною інформацією можна успішно використовувати методи математичного моделювання, зокрема теорію ймовірностей, математичну статистику, математичну логіку, теорію графів тощо.

Існують такі способи вдосконалення відбору та організації інформації:

- укрупнення навчальної інформації;
- ущільнення навчальної інформації;
- відбір оптимальної послідовності відрізків навчального матеріалу;
- виділення основного в навчальному матеріалі.

Укрупнення наукового матеріалу при викладі, на думку вчених, сприяє покращеному засвоєнню та більш тривалому збереженню інформації в пам'яті студентів. Реалізація укрупнення можлива за допомогою паралельного вивчення суміжних понять, принципу дихотомії або на основі усунення дублювання матеріалу. Сьогодні існує достатня кількість програм, які реалізують рішення задач математичної статистики, теорії графів, методів оптимізації. Однак вони не орієнтовані на оптимізацію навчального матеріалу дисципліни.

Ущільнення наукової інформації реалізується через скорочення числа логічних зв'язків між відрізками матеріалу. Визначити кількість таких зв'язків можна за допомогою структурного аналізу розділу наукового матеріалу.

Отже, проаналізувавши науковий матеріал, ми матимемо можливість представити логічні зв'язки як граф. Отриманий граф стане основою для матриці, за допомогою якої можна буде ефективно та швидко визначити, які теми можна об'єднати, та в якому порядку доцільніше буде викладати ці теми. Для створення такого графу необхідно розробити програму, яка рекомендуватиме методи ущільнення й укрупнення навчальної інформації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ощепкова Н. П., Поддубная М. Л. Моделирование учебной информации. *Математическое образование на Алтае: Труды региональной научно-методической конференции МОНА 2001*, Барнаул, 28 сентября 2001 г. 4 с. URL: <http://edu.secna.ru/media/f/Oshepkova.pdf> (дата звернення: 14.03.2020).

УДК 004.9

РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ФРЕЙМВОРКУ FLUTTER

*Пасічник В. В., студент; Борю С. Ю., канд. техн. наук, доцент
Запорізький національний університет*

Основною проблемою при розробці нативних застосунків є те, що для різних операційних систем необхідно використовувати різні мови програмування. При цьому, можливість розробки одного додатку для різних платформ стає малоімовірною для одного розробника або команди розробників. У такій ситуації перевагу мають інструменти для кросплатформенної розробки, такі як фреймворк мови Dart – Flutter, який розробляється компанією Google [1].

Ціллю роботи є розробка кросплатформового мобільного додатку для проведення тестувань з використанням фреймворку Flutter. Цей фреймворк дозволяє вести розробку одразу для багатьох платформ – Android, iOS, Web, Windows, macOS і т.д. Використовується одна кодова база для всіх платформ.

У порівнянні з одним із найпопулярніших фреймворків для кросплатформової розробки – React-Native, Flutter має ряд переваг [2]:

1. Розробка займає менше часу. React-Native використовує деякі «мости» та нативні елементи для кожної окремої платформи, тому може знадобитися додаткова оптимізація для кожної з них. У той час, як

Flutter використовують віджети, які однаково оптимізовані для кожної платформи.

2. Більша продуктивність. Оскільки React-Native має «мости» для рендерінгу компонентів, це сповільнює додаток, оскільки використовується інтерпретація JavaScript компонентів, і лише після цього викликається Objective-C або Java API. У випадку з Flutter, код з мови Dart компілюється одразу в бінарний код.

3. Легший перехід для розробників з інших платформ. Документація Flutter включає розділи, призначені для розробників інших платформ. В них порівнюється код інших платформ з кодом Flutter для реалізації однакових елементів.

За допомогою застосунку можна створювати різні «класи», та заходити до них інших користувачів, після цього відкривається доступ до створення тестів з різними видами запитань, які будуть проходити запрошені.

Розроблений додаток може використовуватися в навчальних закладах різного рівня для проведення тестувань серед учнів, а також на підприємствах, наприклад, для проведення кваліфікаційних тестувань працівників.

ЛІТЕРАТУРА

1. Інтернет-ресурс: <https://flutter.dev>
2. Інтернет-ресурс: <https://www.thedroidsonroids.com/blog/flutter-vs-react-native-what-to-choose-in-2020>

УДК 004.031

КОМП'ЮТЕРНЕ ТЕСТУВАННЯ НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ

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

Концепція інформатизації суспільства вимагає активного впровадження комп'ютерних засобів у навчальний процес на етапах актуалізації, перевірки та контролю опорних знань. Усе більшої популярності набуває питання застосування тестового контролю знань та вмінь учнів, зокрема у зв'язку з переходом системи освіти на зовнішнє незалежне державне оцінювання.

На думку фахівців-практиків, тестування як метод не лише контролю і оцінювання результатів навчальної діяльності, а й навчання учня, дозволяє підвищувати якість кінцевих результатів, знижувати частку суб'єктивізму під час оцінювального етапу, економити час на організацію процесу контролю знань (а він включає підготовку/відбір завдань, безпосередньо перевірку якості результатів навчання, аналіз результатів перевірки, організацію корегування результатів навчання), особливо на уроках інформатики, виходячи зі специфіки навчальної дисципліни і необхідності використання в навчальному процесі комп'ютерної техніки. Крім того, як свідчить реальна практика, це підвищує інтерес учнів до навчальних результатів, надає можливості здійснити на практиці принцип надання

однакових вимог до всіх учнів, накопичити інформацію про динаміку їх навчання [1].

Тестування, як інструмент, дозволяє визначити показник рівня навчальних досягнень учнів з використанням спеціально підготовлених та відібраних тестових завдань. Застосування комп'ютерних програм, які автоматизують процес створення таких завдань, проведення процедури контролю та обробки отриманих результатів дозволяє оптимізувати процес навчання взагалі, реалізувати діагностику та корегування знань. Комп'ютерна перевірка здійснюється у формі діалогу учня з такою програмою [2]. Сутність методу комп'ютерного тестування. За розділом (або навчальною темою) готується блок завдань (запитань) і варіанти відповідей. Учні потрібно сформулювати (обрати) правильні відповіді, виходячи з типу тестового завдання. Популярними (це пояснюють нескладною процедурою створення, організації перевірки та оцінювання) типами тестових завдань вважають: завдання на вибір правильної відповіді зі списку, завдання на відповідність, завдання на послідовність, завдання з однією правильною відповіддю (за шаблоном). Важливо створювати завдання таким способом, щоб учень, обираючи варіант відповіді, мав обмірковувати, чому інші відповіді він вважає частково або повністю невірними. Так можна уникнути поведінки відгадування відповіді [3].

До переваг проведення комп'ютерного контролю знань відносять: індивідуалізована процедура тесту; максимізація об'єктивності оцінки; масове одночасне застосування; поєднання тестової технології з іншими традиційними формами контролю знань (усний та письмовий); мотивація дітей до постійної роботи; можливість використання завдань з мультимедійним контентом.

Вагоме значення у навчанні має систематичність перевірок, що нескладно реалізувати на уроках інформатики, де постійно функціонує достатня для процедури тестування кількість комп'ютерів та є підключення до мережі Інтернет. Проведений аналіз публікацій учителів-практиків показує доцільність розробки комплексів тестів для більшості тем шкільної інформатики. Особливо цінними вважаються тести, які мають діагностичну специфіку, тобто дозволяють не лише оцінювати, а у подальшому й корегувати навчальний процес, здійснювати передбачення на розвиток учня і допомагати йому у виборі шляху подальшого вдосконалення знань [4].

Залишається відкритим питання об'єктивності отриманих у результаті процедури тестування результатів і тому ведеться пошук прийомів підвищення вимірювальної надійності тестових наборів завдань. У цьому питанні дослідникам допомагає програмне забезпечення (призначене для створення та проведення тестів, збирання статистики показників навчання окремих учнів). Популярними засобами ІТ з вказаного напрямку використання є: MyTestX, HotPotatoes, Moodle, OpenTEST, ADSoftTester, EasyTest та ін. [5]

Таким чином, використання тестової технології поступово стає частиною навчального процесу. Але важливо розуміти – тестовий метод

при оцінюванні має кращі показники, коли кількість завдань, які потрібно «подолати» учню, суттєво зростає, зростає звичайно і час проведення процедури тестування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Голубева Н. В., Дурєєв В. О., Бондаренко С. М., Мурін М. М. Комп'ютерне тестування як одна з форм сучасного контролю знань. *Інформаційно-телекомунікаційні технології в сучасній освіті: досвід, проблеми, перспективи*. Львів: ЛДУБЖД, 2006. Вип. 1. С. 309–313.
2. Застосування тестів на уроках інформатики. URL: <http://klasnaocinka.com.ua/ru/article/zastosuvannya-testiv--na-urokakh-informatiki-2.html> (дата звернення: 1.03.2020).
3. Паращенко Л. І., Леонська Г. І. Тестування учнів у середній школі. Київ: Шкільний світ, 2009. 128 с.
4. Смирнова-Трибульська Є. М. Інформаційно-комунікаційні технології в професійній діяльності вчителя. Посібник для вчителів / наук. ред. М. І. Жалдак. Херсон: Айлант, 2007. 560 с.
5. Тестування при навчанні інформатики. URL: ukped.com/informatyka/838-.html (дата звернення: 1.03.2020).

УДК 004.9

РОЗРОБКА ВНУТРІШНЬОЇ CRM ДЛЯ РОБОТИ З BUSSINESS MANAGER FACEBOOK

*Рекубратська О. Р., студентка;
Решевська К. С., канд. техн. наук, доцент
Запорізький національний університет*

Кожна арбітражна команда зустрічається з проблемою, коли попит на закупівлю трафіку зростає, проте не вистачає ресурсів менеджера, щоб охопити всі акаунти, коли необхідно підвищувати бюджет на рекламні компанії. Виходячи з цього зростає кількість акаунтів, які необхідно кожного дня менеджити. Для цього слід збільшувати кількість працівників, які будуть працювати на цих акаунтах і разом з тим, технічне забезпечення.

На даний момент на ринку представлено недостатньо систем призначених як для універсального застосування, так і для спеціалізованої області бізнесу. Всі сучасні версії, як правило, мають гнучку систему конфігурації і розробки, що дозволяє розширювати і використовувати різні підходи до імпортування та експортування даних.

За допомогою мови php [1], [2] ми розробили CRM, яка повністю адаптована до бізнес-процесів усередині команди.

Наша CRM дозволяє інтегрувати акаунт Facebook, що надає повний доступ до Bussiness Manager; налаштовувати та встановлювати правила для автоматизованого управління проектами, компаніями, едсами, ед групами. Функціонал надає можливість гнучкого налаштування таких правил як:

- включення або виключення всіх елементів;
- підвищення або зрізання бідів для досягнення визначених статистичних показників;
- зміну бюджетів;

– оповіщення користувача в разі зупинки трафіку (Telegram, viber, e-mail).

Розробка призначена для максимізації ефективності цифрової реклами та оптимізації її виведення за допомогою різних статистичних показників з мінімальним ручним втручанням.

ЛІТЕРАТУРА

1. Pro PHP Refactoring. Francesco Trucchia, Iacopo Romei: Apress, 2010. 360 p.
2. Learning PHP Design Patterns. William Sanders: O'REILLY, 2013. 362 p.

УДК 004.031.42

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ НАВЧАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ «ВИВЧЕННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ФОРМУЛ»

¹Семіс С. С., учениця; ²Циммерман Г. А., ст. викладач

¹Запорізький багатoproфільний ліцей №62

²Запорізький національний університет

Сучасна освіта проходить етап пошуку нових шляхів для швидкого засвоєння матеріалу. Особливо це стосується застосування отриманих знань і визначається такими показниками: реалізація діяльнісного підходу; особистісно-орієнтоване навчання; компетентнісний підхід; активне використання ІКТ. Шкільна активна спільнота – учні та вчителі, разом шукають шляхи вирішення вказаної проблеми.

Слід зазначити, що перевантаження інформацією сучасного учня призводить до проблеми правильного сприйняття, розуміння та застосування математичних формул.

Одним з ефективних шляхів вказаної проблеми є вивчення матеріалу з використанням спеціально розробленого мобільного додатку. Аргументів для його застосування достатньо: наявність матеріалу у вигляді карток, деталізованих опис, масовість використання, доступність більшості верств населення, легкість модифікації, зручність.

Таким чином, у роботі були поставлені наступні задачі: ознайомитись з предметною галуззю (використання базових математичних формул за 10 клас), ознайомитись з методами конструювання мобільних додатків, спроектувати і реалізувати додаток навчального призначення відповідно до теми; провести тестування програми; надати рекомендації щодо використання отриманого додатку на уроках математики.

У результаті розроблено програму для допомоги учням у вивченні базових математичних формул. Продукт реалізовано інструментальними засобами середовища MIT App Inventor, мова програмування Scratch.

Робота була продемонстрована в Запорізькому багатoproфільному ліцеї № 62 та обласному конкурсі учнівських творчих робіт з математики та інформатики.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мерзляк А. Г., Номировский Д. А., Полонский В. Б., Якир М. С. Математика. Алгебра и начала анализа, 10 класс (уровень стандарта). Харків: Гімназія, 2010. 256 с.
2. Мерзляк А. Г., Номировский Д. А., Полонский В. Б., Якир М. С. Алгебра і початки аналізу. Профільний рівень. Харків: Гімназія, 2010. 400 с.
3. Відеоуроки. Програмування для Android в MIT App Inventor.

УДК: 004.415.3:004.4'277:004.63

РОЗРОБКА ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ КОДУВАННЯ WAV-ФАЙЛІВ У ФОРМАТ МР3

*Сичова В. І., студентка; Кривохата А. Г., асистент
Запорізький національний університет*

Цифрові звукові формати – формати файлів для збереження звукових даних у комп'ютерних системах. Файли таких форматів називають також аудіофайлами, або звуковими файлами.

Кодування аудіофайлів з нестисненого формату WAV у формати зі стисненням з метою зменшення необхідної для зберігання пам'яті, є актуальною проблемою сьогодення. Оскільки людське вухо досить недосконале та є не чутливим для широкого діапазону звукових хвиль, активно використовуються формати стиснення з втратами, зокрема – МР3.

Для розробки доданку для конвертації WAV-файлів у формат МР3 було побудовано модель бізнес-процесів та використано метод Джексона.

Було використано такі основні класи та функції бібліотеки Alvas.Audio.dll:

WaveReader (об'єкт, у який записується аудіо-файл для подальшої обробки);

ReadFormat() (розпізнавання формату);

ReadData() (розпізнавання даних);

GetCompatibleFormat() (отримання даних про формат вказаний у параметрах);

Convert() (кодування аудіо у вказаний формат).

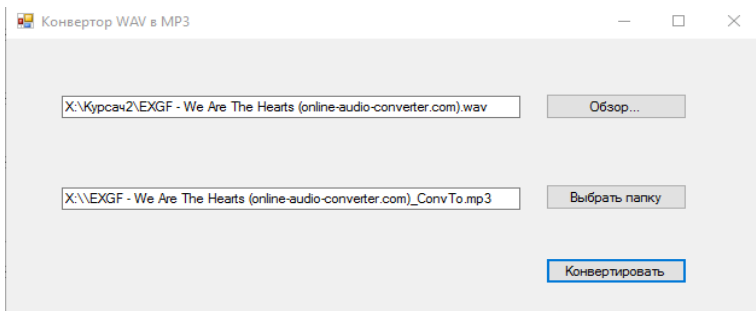


Рис. 1. Головне вікно програми

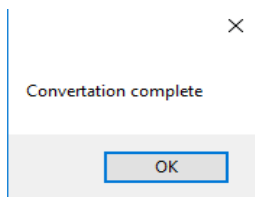


Рис. 2. Вікно «Conversion complete»

Таким чином, за допомогою DLL бібліотеки Alvas.Audio.dll розроблено та мовою С# реалізовано стаціонарний застосунок для кодування (конвертації) WAV-файлів у формат MP3. На відміну від розглянутих для прикладу онлайн-доданків, розроблена програма не потребує зв'язку з мережею Інтернет, а тому її можна використовувати будь-коли.

ЛІТЕРАТУРА

1. Блог з аудіокодингу. URL: <https://audiocoding.ru>.
2. Бахтизин В. В., Глухова Л. А. Технология разработки программного обеспечения. Минск: БГУИР. 2010, 267 с.
3. Керівництво з програмування в Windows Forms. URL: <https://metanit.com/sharp/windowsforms/>

УДК 004.031

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ШКІЛЬНИХ ЗМАГАНЬ З ПРОГРАМУВАННЯ

¹Скоропадський А. О., учень; ²Циммерман Г. А., ст. викладач

¹Запорізький багатопрофільний ліцей №99

²Запорізький національний університет

Останнім часом в нашій країні, як і у всьому прогресивному світі, особливо завдяки ICPC (The International Collegiate Programming Contest), набирає популярності новий рух – спортивне програмування. Активно розвиваються регіональні, міські центри, де навчають програмуванню та проводять так звані контести. Учні старших класів під час навчання інформатики теж знайомляться з основами програмування і, вдосконалюючи свої знання, мають змогу приймати участь в олімпіадах для учнів і студентів з програмування. Такі олімпіади вимагають високого рівня підготовки за декількома напрямками – досконале знання декількох мов програмування, досвід вирішення задач олімпіадного (тобто підвищеної складності) типу. Таку підготовку можна організувати на базі школи, розгорнувши локальний майданчик-сайт для навчання та змагань з програмування.

Метою нашої роботи було: проаналізувати можливість створення такого сайту, спроектувати, реалізувати та протестувати отриману інформаційну систему.

Грунтуючись на існуючому досвіді було проаналізовано технологічні підходи до проектування та створення подібних систем, розглянуто існуючі аналоги.

Засобами HTML, CSS, PHP, MySQL розроблено та протестовано інформаційну систему для навчання спортивному програмуванню та організації шкільних контестів, підготовано навчальний контент та база завдань.

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

ЛІТЕРАТУРА

1. Создаем динамические веб-сайты с помощью PHP, MySQL, JavaScript, CSS и HTML5. 4-е изд. / Никсон Робин. Санкт-Петербург: Издательский дом «Питер», 2016. 768 с.

2. Структура БД и правильное хранение информации в них. URL: <https://zametkinapolyah.ru/zametki-o-mysql/bazy-dannyh-vidy-i-tipy-baz-dannyh-struktura-relyacionnyh-baz-dannyh-proektirovanie-baz-dannyh-setevye-i-ierarxicheskie-bazy-dannyh.html>.

УДК 004.85

РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО НАВЧАЛЬНОГО ПОСІБНИКА З ДИСЦИПЛІНИ «ПРОГРАМУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ В WEB»

*Славенко М. М., студент; Мухін В. В., канд. техн. наук, доцент
Запорізький національний університет*

Бібліотека Three.js існує вже багато років, і увібрала у себе безліч інструментів для моделювальників, архітекторів, розробників ігор та звичайно для студентів, котрі хочуть навчитися чомусь новому. Three.js – спеціальна кросбраузерна бібліотека JavaScript, що використовується для створення та відображення анімованої комп'ютерної 3Д графіки при розробці вебсайтів, вебдодатків, тощо. Three.js має можливість спільного використання разом із елементами HTML5 CANVAS, SVG або WebGL.

Унікальність цієї бібліотеки, у тому, що вона дає цей широкий спектр інструментів для мови програмування JavaScript, тобто ми можемо використовувати усе це і відображати просто у браузері.

Курс «Програмування комп'ютерної графіки у WEB» якраз спрямований на вивчення даної бібліотеки і пропонує ряд лабораторних робіт для ознайомлення з основними конструкціями, методами та прийомами роботи з бібліотекою Three.js.

Аби курс не виглядав як звичайний список завдань у буденному PDF-форматі, було прийнято рішення розробити окремий вебдодаток. Завдяки цьому студенти зможуть на прикладі побачити як можна на практиці приміняти цю бібліотеку.

Для виконання роботи, як каркас, був використаний js-фреймворк React.js. React.js – вебфреймворк підтримує компанією Facebook, набираючий величезну популярність в останні роки як один із найкращих JavaScript фреймворків, для побудування вебдодатків. Має багато переваг, таких як віртуальний DOM, JSX-розмітка та різноманітні методи життєвого циклу. А завдяки модульній системі з

можливостями імпорту і експорту, розробка стане набагато легше і приємніше. Вже з ним було поєднано бібліотеку Three.js.

Початкове проектування зводиться к тому, що нам потрібно визначитися з набіром модулів (компонентів) із яких буде складатися наш вебдодаток.

Головна сторінка представляє з себе демонстраційний екран із 3Д-фігурами, кожна із яких відображає результат виконання тієї чи іншої лабораторної роботи з дисципліни. Це є перший компонент, саме він відповідає за відображення фігур, зміщення камери та інші дії, пов'язані із графікою та анімацією. Схрещування Three.js та React.js проходить у цьому компоненті. Тож, у своїй структурі він має набір методів для побудування сцени, камери, освітлення та анімації. Звичайно, ми маємо змогу додавати фігури до сцени, та переміщати камеру, тож нам знадобляться інструменти і для цього, у виді окремих функцій.

Вебдодаток отримав сучасний вигляд, з можливістю перегляду результатів лабораторної роботи, пояснення до кожної з них, та можливість скачати приклад для особистого розвитку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вильданов А. Н. 3d-моделирование на WebGL с помощью библиотеки Three.js: учебное пособие. Уфа: РИЦ БашГУ, 2014. 113 с.
2. Jos Dirksen Learn three.js. *Packt Publishing Limited*, 2018. 528 с.
3. Three.js. URL: <https://threejs.org/>.
4. Документация. URL: <https://customizer.github.io/three.js-doc.ru/three.js-ru.htm>.

УДК: 004.77:37.09

ОГЛЯД ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ НАВЧАННЯ ХІМІЇ

*Супрун В. О., студентка; Пшенична О. С., канд. пед. наук, доцент
Запорізький національний університет*

Інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) навчання – це педагогічні технології, які використовують спеціальні способи, програмні забезпечення та технічні засоби (кіно, аудіо- та відео- засоби, комп'ютери, телекомунікаційні мережі) для роботи з інформацією. ІКТ в освітньому процесі створюють нові можливості передачі та сприйняття знань, оцінки якості знань і розвитку особистості учня в ході навчання.

В процесі вивчення шкільного курсу хімії виділяють декілька основних напрямків використання ІКТ:

- наочне представлення об'єктів і явищ мікросвіту;
- вивчення виробництв хімічних продуктів;
- моделювання хімічного експерименту і хімічних реакцій;
- система тестового контролю.

Як приклад використання хмарних технологій в освіті, можна назвати електронні щоденники і журнали, особисті кабінети для учнів і

викладачів. Поширені в мережі тематичні форуми, де учні можуть обмінюватися інформацією, здійснювати пошук інформації, виконувати певні навчальні завдання навіть за відсутності викладача, що називають дистанційним навчанням. Окрім того, навчальний процес, організований дистанційно на базі ІКТ, надає можливість доступу до численних джерел інформації, що утворюють значну базу різного навчального матеріалу, який постійно оновлюється.

Для вчителя дистанційне навчання – це можливість постійно підвищувати власний рівень знань, розвивати вміння ефективного спілкування з учнями. Тобто, у процесі ДН відбувається поєднання компетентності викладача, інформаційних технологій, мобільності з бажанням та цілеспрямованістю учня. Це надає змогу стосункам «вчитель – учень» весь час виходити на новий рівень.

Сьогодні проблема ДН активно розробляється як на теоретичному, так і на практичному рівнях. Створення нової системи інформаційного забезпечення освіти та запровадження новітніх педагогічних технологій у навчально-виховний процес покладено в основу національної програми «Освіта. Україна ХХІ сторіччя».

Дистанційне навчання стало викликом і для учнів, і для викладачів, і для вчителів. Але найстрашніше вже позаду – нам вдалось запустити цей процес, залишилось тільки вдосконалювати навички. Тому тут я хочу поділитись досвідом організації уроків в межах шкільної програми з хімії.

Зараз є величезна кількість різноманітних платформ і сайтів, які допомагають створювати та проводити онлайн-уроки. Але спочатку треба розібратися з тим, який контент подавати учням і в якій формі у відповідності до теми це краще зробити, щоб урок пройшов якісно і продуктивно.

Далі надано добірку ресурсів, які можна використовувати на онлайн-уроці для пояснення, ілюстрації, а також для закріплення і перевірки знань учнями. Дана характеристика ресурсам та наведені приклади посилань.

Інтернет-сервіс мультимедійних дидактичних вправ **LearningApps**. LearningApps.org – онлайн-сервіс, який дозволяє створювати інтерактивні вправи. Він є конструктором для розробки різноманітних завдань з різних предметних галузей для використання і на уроках, і позаурочний час, і для малечі, і для старшокласників (рис. 1).



Рис. 1. Мультимедійне завдання з теми «Тіла і речовини»

Quizlet – це найпростіший спосіб засвоювати і запам'ятовувати потрібний навчальний матеріал [2]. Створювати свої картки і навчальні модулі або вибирати з мільйонів вже створених іншими користувачами, це веде додатки для вивчення іноземних мов, історії, лексики і природних наук в простій і ефективній формі (рис. 2).

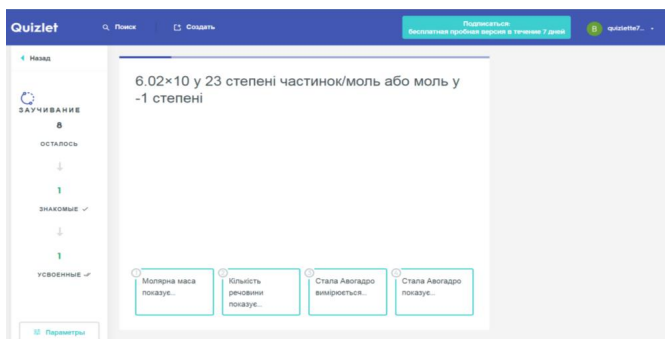


Рис. 2. Завдання з хімії в Quizlet

Портал «**Всеосвіта**» містить найрозширенішу та найактуальнішу базу навчальних матеріалів, серед яких можна знайти інформацію з будь-якого предмету. Розробки уроків, презентації, олімпіади, тести [1].

Youtube. Відеоуроки та дистанційне навчання. Наприклад, навчальне відео с теми «Оксиген та кисень» [3].

Classtime – це онлайн-сервіс для встановлення миттєвого зв'язку з учнями. Його ядро – проведення опитувань, які можна проводити як під час уроку, так і давати на домашнє завдання. Для успішного використання в класі, потрібний Інтернет, комп'ютер/ноутбук/планшет/смартфон у вчителя та ноутбук/планшет/смартфон у учнів.

Оскільки команда частково українська, сервіс доступний українською та російською мовами. При створенні запитань, Ви маєте змогу додати графіку до запитання, а також формули як для самого запитання, так і для варіантів відповідей, що доречно для точних наук.

Окрім традиційних типів питань (одна чи кілька правильних відповідей, правда/неправда), Ви також можете створювати відкриті запитання та перевіряти їх безпосередньо під час уроку, що дає змогу переглянути поширені помилки та адаптувати урок.

«**На Урок**». Організація дистанційної роботи під час карантину. Робота та редагування і онлайн-тестів, розробки матеріалів та презентацій. Всі відповіді дітей збираються у спільному місці. Вчитель може правити учнівські роботи. Додавати коментарі. Легка, зручна, кольорова платформа [4].

Zoom – платформа для проведення онлайн-занять. В платформу вбудована дошка оголошень. Можна легко і швидко перемикатися з демонстрації екрану на дошку, на книгу. Є чат, в якому можна писати повідомлення, передавати файли усім або вибрати одного учня. Чат можна налаштувати на автоматичне збереження або зберігати вручну при кожній конференції. Можна проводити запис уроку як на комп'ютер, так і на хмару. Зручно, те що можна налаштувати автовключення запису, а також ставити її на паузу.

Отже, нами наведено огляд існуючих засобів ІКТ, які застосовуються в процесі навчання хімії учнів закладу середньої освіти. Питання онлайн навчання стало сьогодні вельми актуальним, а навчання хімії безумовно потребує використання великої кількості онлайн ресурсів, які демонструють різноманітні навчальні матеріали з хімії, використовують завдання з цього предмета та дають змогу перевірити рівень засвоєння знань учнів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Конспект «Масова частка елемента в сполучці». *Всеосвіта*. URL: <https://vseosvita.ua/library/konspekt-masova-castka-elementa-v-skladnij-recovini-225301.html> (дата звернення: 28.03.2020).
2. Назви хімічних елементів. QUIZLET. URL: https://quizlet.com/_781hk7?x=1jqt&i=2q52i0 (дата звернення: 23.03.2020).
3. Подорож кисню по вашому організму. *Youtube*. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=O6R9D9mJKzI&list=PL2bxZ5JtyRRpVJAinTfoH1GwqfXj4AqeA&index=30&t=10s> (дата звернення: 21.03.2020).
4. Родини хімічних елементів. *На урок*. URL: <https://naurok.com.ua/prezentaciya-ponyattya-pro-luzhni-inertni-elementi-galogeni-54987.html> (дата звернення: 25.03.2020).

УДК 004.9

СИСТЕМА ОБМІНУ ПОВІДОМЛЕННЯМИ НА БАЗІ WEB-SOCKET

*Татарінова А. В., студентка; Лісняк А. О., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Запорізький національний університет*

Всесвітня мережа Інтернет впродовж багатьох років працює на основі протоколу HTTP (HyperText Transfer Protocol) [2]. До розповсюдження ідей асинхронного обміну повідомленнями між клієнтом та

сервером розробники не потребували встановлення зворотного зв'язку між ними, існував лише один шлях: клієнт з певною періодичністю надсилав запити та сервер з метою уточнення змін у даних.

Після появи такого поняття як асинхронність стало можливим оновлювати дані без перезавантаження сторінки, що значно підвищило рівень зручності користування веб-сервісами та зробило можливим використання додатків, що працюють в режимі реального часу. І на даному етапі виникла проблема нераціональності використання протоколу HTTP через потребу у постійних клієнт-серверних запитах. Саме тому розробники почали використовувати веб-сокети, головна перевага яких – можливість двостороннього, зворотного зв'язку між клієнтом та сервером. Фактично, це означає, що ініціатором обміну повідомленнями може виступати як сервер, так і клієнт.

Існує багато бібліотек та модулів, що дозволяють налаштувати взаємодію сервера та клієнта на базі веб-сокетів. Але найпростішим та найзручнішим способом є підключення зовнішніх сервісів і використання їх API для доступу до веб-сокетів (рис. 1, 2). Найвідомішими є: Pusher, Redis, Beacompush, Pubnub [1].

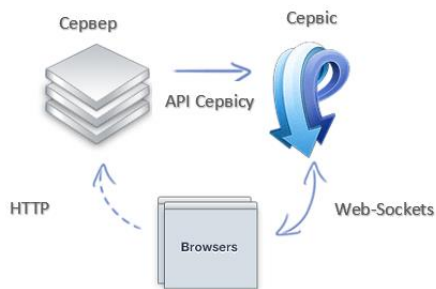
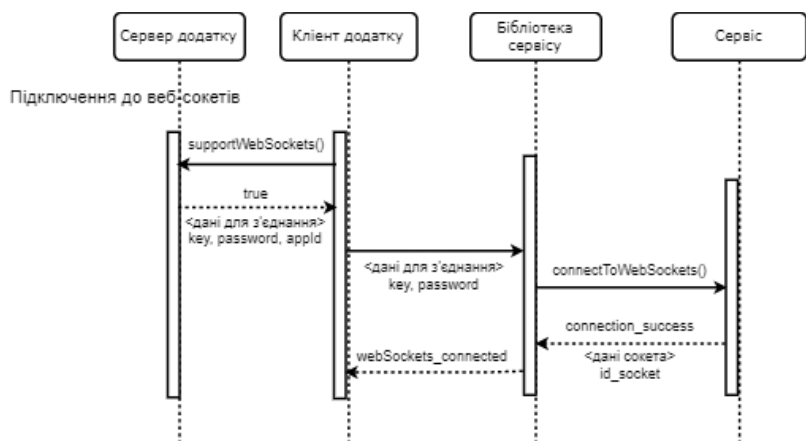
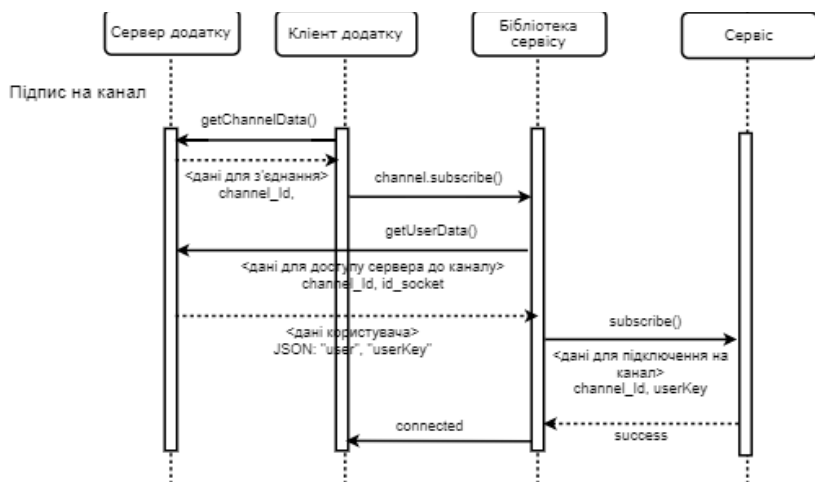


Рис. 1. Використання API зовнішнього сервісу для доступу до Web-Sockets

Вище зазначені сервіси надають простий API для підключення додатку до каналу, всі підписники якого в режимі реального часу отримують повідомлення про зміни, що відбуваються на цьому каналі. Ці сервіси мають детальну багатомовну документацію, велику кількість прикладів, завжди доступну онлайн-підтримку. Основним недоліком подібних сервісів є плата за користування. Таким чином розробка власної системи є актуальною проблемою.



а) – Підключення до веб-сокетів



б) – Підпис на канал

Рис. 2. Принцип роботи API сервісу

В рамках виконання даної роботи спроектовано та реалізовано сервіс для миттєвого обміну повідомленнями між додатками, що працюють на різних платформах. Основними можливостями сервісу є: реєстрація користувачів сервісу, отримання JavaScript коду для з'єднання клієнта з сервісом, бібліотеки для під'єднання до сервісу бекенд фреймворків (Yii, Laravel, Express), взаємодія з різними каналами одночасно, перегляд статистики у особистому кабінеті користувача.

ЛІТЕРАТУРА

1. Простая real-time коммуникация с посетителем. URL: <https://habr.com/ru/post/130530/>
2. Простым языком об HTTP. URL: <https://habr.com/ru/post/215117/>
3. Как работают rooms в Socket.io. URL: <https://habr.com/ru/post/243791/>
4. Finding the right Node.js WebSocket implementation. URL: <https://medium.com/@denizozger/finding-the-right-node-js-websocket-implementation-b63bfca0539>.
5. <https://pusher.com/docs/channels/>

УДК 004.4:658.15

РЕАЛІЗАЦІЯ БІЗНЕС-АНАЛІЗУ В КОРПОРАТИВНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

*Філіна М. О., магістр; Горбенко В. І., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Запорізький національний університет*

Невід'ємною частиною більшості корпоративних інформаційних систем є підсистеми бізнес-аналізу. Агрегація даних та встановлення зв'язків між ними, аналіз даних та виявлення залежностей в них, інтерпретація результатів аналізу та його графічне представлення, моделювання та прогнозування процесів на підприємстві є найбільш важливими, але далеко не повним переліком задач бізнес-аналізу. Основною задачею роботи було проведення досліджень засобів реалізації підсистеми бізнес-аналізу для інтернет-магазину.

На етапі проектування системи аналітики було визначено наступні вимоги щодо функціональності системи: аналітика інтернет-магазину повинна відображатись на окремій сторінці сайту з обмеженим доступом, що встановлюється адміністратором; система забезпечує встановлення періоду за який визначається аналітика; до аналітики підпадають такі дані, як кількість замовлень та їх виконання, об'єм продажів, середню кількість проданих одиниць на замовлення, середній чек замовлення, місто з найбільшою кількістю замовлень, кількість повторних клієнтів, інформація про популярні товари та популярні категорії товарів, інформація про кількість продажів у різних містах, інформація про кількість замовлень за способами оплати, інформація про кількість замовлень за типами доставки, інформація про замовлення по промокодах та продажу товарів зі знижкою. Систему було реалізовано на базі платформи WordPress 5.3.2 та PHP 7, а для зберігання даних інтернет-магазину використано MySQL 5.6. Також для забезпечення функціонування інтернет-магазину використано плагін Woocommerce, що дозволило отримати певну кількість стандартної звітності у системі: загальну інформацію, графіки продажів за датою та по товарах, кількість замовлень, середній чек, кількість проданих товарів, продажі по категоріях. Для розширення стандартного набору звітності було розроблено 16 додаткових наборів запитів до бази даних та їх наступну обробку задля графічного представлення аналітики. Графічне представлення даних аналітики було реалізовано за допомогою PHP фреймворку для створення діаграм rChart. Для більш

легкого сприйняття аналітична інформація одночасно відображається у текстовому та графічному вигляді.

Розроблена система аналітики може бути впроваджена для широкого кола інтернет-магазинів, які створено на основі системи керування сайтами Wordpress з використанням плагіну електронної комерції Woocommerce.

УДК 004.94

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ІНТЕРАКТИВНОГО НАВЧАННЯ ОСНОВАМ ФІЗИКИ

¹Чернов М. В., учень; ²Циммерман Г. А., ст. викладач

¹Запорізький багатoproфільний ліцей №99

²Запорізький національний університет

Доречне та активне використання ІТ в організації навчання – ознака сучасності. Зазначений підхід є умовою для генерації, розвитку і розповсюдження пошукових, особистісно-орієнтованих форм навчання, націлених на діяльність та компетентність. Вказана особливість потребує залучення додаткових зусиль для створення достатньої кількості нових засобів навчання, в тому числі комп'ютерних програм. Таким чином, актуальною залишається проблема створення якісних тематично-орієнтованих програмних засобів навчального призначення. Такими, на нашу думку, можуть вважатись міні-програми для організації додаткового навчання з фізики.

У роботі ставляться та вирішуються наступні завдання:

1. Формалізація цікавих задач, що відповідають розділам шкільної фізики.
2. Аналіз існуючих спроб використання програмного забезпечення на заняттях з фізики, вимог до таких програм.
3. Аналіз та використання технологічних прийомів розробки програм у середовищі візуального програмування.
4. Реалізація інтерактивності під час роботи програми.
5. Розробка програми та інструкції її використання.

Програма створена в середовищі Lazarus. Розроблену програму рекомендовано використовувати в умовах класної та позакласної роботи для активного закріплення знань з шкільного курсу фізики.

Проект пройшов апробацію на конкурсі науково-дослідницьких робіт членів Малої Академії наук, де отримав позитивні відгуки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Алексеев Е. Р., Чеснокова О. В., Кучер Т. В. Самоучитель по программированию на Free Pascal и Lazarus. Донецьк: Технопарк ДонНТУ УНИТЕХ, 2009. 503 с.
2. Сергеева Т. А., Невуева Т. А. Рекомендации по проектированию педагогических программных средств. Москва: НИ ШОТСО АПН. 1990. 50 с.

УДК: 004:004.63:004.22:004.415.3

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ КОДУВАННЯ ХАФФМАНА

*Чілікіна Є. О., студентка; Кривохата А. Г., асистент
Запорізький національний університет*

Кодування Хаффмана є простим алгоритмом для побудови кодів змінної довжини, що мають мінімальну середню довжину. Цей вельми популярний алгоритм є основою багатьох комп'ютерних програм стиснення текстової та графічної інформації. Наприклад, кодування по Хаффману використовується в програмах стиснення ARJ, ZIP, RAR, в алгоритмі стиснення графічних зображень з втратами JPEG. Ефективне кодування по Хаффману полягає в поданні найбільш ймовірних букв двійковими кодами найменшої довжини, а менш ймовірних – кодами більшої довжини (якщо всі кодові слова меншої довжини вже вичерпані). Це робиться таким чином, щоб середня довжина коду на букв вихідного повідомлення була мінімальною.

Алгоритм кодування Хаффмана можна реалізувати на таких мовах програмування як: C, C++, C#, Python, Java та ін.

На етапі створення структури програми та вхідних і вихідних даних було застосовано метод Джексона. Метод JSP (метод Джексона) базується на вихідному положенні, що складається в тому, що структура програми залежить від структури підлягають обробці даних. Тому структура даних може використовуватися для формування структури програми.

На основі розроблених завдань для ідентифікації всіх компонентів даних виконується графічне будівництво вхідної і вихідної структури даних. Для програмної реалізації було обрано мову програмування C#.

Суть програми полягає у переведенні файлу у формат двійкового коду, який розуміє комп'ютер та зберігає у стисненому форматі, та займає менше пам'яті на диску. Але, коли користувачу потрібно вилучити файли, він може розкодувати його. І з двійкового коду знов отримати потрібний формат.

Отже в роботі було розглянуто особливості методології Джексона та проектування програмного забезпечення. Також було створено програмний застосунок для кодування вмісту файлу методом Хаффмана.

ЛІТЕРАТУРА

1. Алгоритм кодирования Хаффмана. URL : <http://metod.vt.tpu.ru/lab/huffman/theory.html#prc>.
2. Кодирование Хаффмана. URL : http://scask.ru/a_book_sel.php?id=7.

УДК 519.6

ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ В НАВЧАННІ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

*Чопорова О. В. аспірант; Лісняк А. О., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Запорізький національний університет*

Для задач, що вирішуються методами штучного інтелекту, характерна наявність великої кількості ступенів свободи з числом варіанту

пошуку рішень, що наближається до нескінченності. На відміну від детермінованих комп'ютерних програм системи штучного інтелекту самі шукають шляхи вирішення поставленої задачі, вони можуть змінювати свої параметри і структуру, вдосконалюватися та розвиватися.

Для підвищення якості навчання штучних нейронних мереж починають використовувати генетичні алгоритми. Вони виконують задачу штучної еволюції загальних ознак нейромережевої структури в напрямку підвищення точності класифікації.

Загальна схема застосування генетичних алгоритмів до нейронних мереж полягає у тому, що на першому етапі слід обрати спосіб кодування суттєвих параметрів нейронної мережі у вигляді бінарного або числового вектору. Такі вектори формують деяку базову множину розв'язків X , в якій здійснюється пошук оптимального розв'язку. Скінченні непорожні множини X називаються популяціями. Наступним кроком є вибір цільової функції $f: X \rightarrow R^1$, яка буде визначати найбільш вдалу архітектуру окремих нейронних мереж та структуру ансамблю в цілому. Така функція повинна бути близькою за значенням до функції втрат, що використовуються при навчанні нейромереж. Далі визначаються стандартні для генетичних алгоритмів оператори: селекції, кросоверу, мутації та відбору.

Одним із актуальних питань застосувань нейронних мереж є їхня структурна оптимізація, тобто, вибір оптимальної кількості шарів, нейронів, функцій активації тощо. Така оптимізація може проводитися як вручну, за умови відносно невеликої кількості параметрів, так і в автоматичному режимі.

УДК 004.4:004.58

РОЗРОБКА КОНВЕРТОРА ВІДЕО ФАЙЛІВ ФОРМАТУ AVI У ФОРМАТ MP4

*Чузов Д. В., студент; Кривохата А. Г., асистент
Запорізький національний університет*

В епоху інформаційних технологій програми для конвертації цифрового відео можуть знадобитися всім. У кожного рано чи пізно може виникнути ситуація, коли улюблений відеокліп успішно здобутий, але навідріз відмовляється відтворюватися на мобільному пристрої. Або просто домашнє відео з телефона, камери, можливо навіть з відео реєстратора записано у незручному форматі. У таких випадках на допомогу приходять відео-конвертори, котрі допоможуть навіть недосвідченому користувачу без зайвих проблем чи питань змінити розмір, формат, або навіть якість зображення потрібного відео файлу. Проте, оскільки, пошук, встановлення та використання будь-якого

існуючого конвертера може зайняти багато часу, було вирішено написати свій конвертер відео файлів формату AVI у формат MP4.

AVI – Audio Video Interleaved, файловий формат, введений фірмою Microsoft для використання систем зйомки відео в середовищі Windows. У цьому форматі сектора відео даних чергуються з секторами звукових даних таким чином, що відеоплеєр міг би підтримувати мінімальну буферизацію даних.

MPEG-4 Part 14 – формат медіаконтейнера, є частиною міжнародного стандарту MPEG-4. Також відомий як MP4. Підтримує упаковку відео і аудіо потоків, субтитрів, статичних зображень і метаданих. Так само є можливість потокового мовлення з передачею необхідних метаданих.

Написання власного конвертера було поділено на три етапи, а саме: проектування, практична реалізація та тестування.

На етапі проектування спочатку було визначено функції, які буде виконувати конвертер і які виключні ситуації мате обробляти. Потім майбутню програму було описано за допомогою методу Джексона. Спочатку було описано структуру програми, потім було визначено та розподілено основні виконувані операції та написано структурний виклад програми.

На етапі практичної реалізації було обрано мову програмування, середовище розробки та написано код програми. Для реалізації конвертера було обрано мову програмування C# так як вона має велику кількість додаткових бібліотек, які можна використовувати під час написання своїх програм. У якості середовища розробки було обрано Visual Studio, яке підтримує і мову програмування C# і платформу .NET Framework, котра в свою чергу дасть можливість працювати з технологією Windows Forms для швидкого та ефективного створення графічного інтерфейсу програми. Спочатку було створено макет форми Windows, потім було прописано дії, які повинна виконувати програма при натисканні певної кнопки на макеті, потім була прописана обробка найпоширеніших виключних ситуацій, та створено функцію для конвертації відео. Для реалізації конвертації було використано бібліотеку ffmpeg, яка має безліч методів для конвертації та обробки відео файлів.

Фінальною стадією написання програми є її тестування. Під час тестування було перевірено як працює програма у звичайних ситуаціях, було перевірено найпоширеніші виключні ситуації щоб впевнитись, що програма справляється з ними.

Отже, було спроектовано та створено власний конвертер для перетворення файлів формату AVI у формат MP-4.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бахтізін В. В., Глухова Л. А. Технологія розробки програмного забезпечення. Мінськ: БДУІР, 2010. 267 с.
2. Макгрегор Дж. Тестування об'єктно-орієнтованого програмного забезпечення. Київ: Діасофт, 2002. 432 с.
3. Троелсен Е., Джепікс Ф. Мова програмування C# 5.0 та платформа .NET 4.5. Москва: Діалектика-Вільямс, 2013. 1311 с.
4. Канер С. Тестування програмного забезпечення. Київ: ДіаСофт, 2000. 544 с.

СЕКЦІЯ 2

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ

МАТЕМАТИКИ

ПРО РОЗВ'ЯЗНІСТЬ ЗБУРЕНОЇ КРАЙОВОЇ ЗАДАЧІ ДЛЯ РІВНЯННЯ ЛЯПУНОВА У ПРОСТОРІ ГІЛЬБЕРТА

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

Панасенко Є. В., канд. фіз.-мат. наук, доцент

Запорізький національний університет

Розглянуто крайову задачу для рівняння Ляпунова у просторі Гільберта, коли $[A(t), Z(t)] = AZ(t) - Z(t)A$:

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

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

де $A \in L(H_1)$ – лінійний обмежений оператор, $\Phi(t), C(t) \in C([a, b]; L(H_1))$ – неперервні оператор-функції, $l, l_1: C^1([a, b]; L(H_1)) \rightarrow H_2$ – лінійні обмежені оператори, ε – малий параметр, $L(H_1)$ – простір лінійних та обмежених операторів, що діють з простору Гільберта H_1 у себе; H_1, H_2 – простори Гільберта, $\alpha \in H_2$. Шукається розв'язок $Z(t, \varepsilon) \in C^1([a, b]; L(H_1)) \times C(0, \varepsilon_0]$ для фіксованого $\varepsilon_0 > 0$.

Дослідженню крайових задач для диференціальних рівнянь як у скінченновимірному так і у нескінченновимірному випадках присвячена величезна кількість робіт [1, 2, 3]. Розглянуто випадок, коли породжуюча крайова задача, отримана із (1), (2) при $\varepsilon = 0$ і при довільних неоднорідностях $\Phi(t) \in C([a, b]; L(H_1))$ та $\alpha \in H_2$ не має розв'язків. Побудовано оператор B_0

$$B_0 C_0 = P_{N(Q^*)} \left[\ell_1 e^{-A} P_{N(Q)} C_0 e^{-A} - \ell \int_0^\cdot e^{(\cdot-\tau)A} C(\tau) e^{-A} P_{N(Q)} C_0 e^{-A} e^{(\tau-\cdot)A} d\tau \right].$$

Встановлено умови, при яких збурена крайова задача (1), (2) при довільних неоднорідностях $\Phi(t) \in C([a, b]; L(H_1))$ та $\alpha \in H_2$ має хоча б один розв'язок у вигляді абсолютно збіжного ряду при довільних фіксованих $\varepsilon \in (0, \varepsilon_*]$:

$$Z(t) = \sum_{i=-1}^{+\infty} \varepsilon^i Z_i(t).$$

Дана теорія працює як у критичному так й у регулярному випадку [2]. Аналогічна задача у випадку, коли оператор A є необмеженим або 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., Журавлёв В. Ф., Самойленко А. М. Обобщённо-обратные операторы и неётеровы краевые задачи. Київ: Інститут математики НАНУ, 1995. 320 с.

3. Панасенко Є.В. Задача оптимізації крайової задачі для рівняння Ляпунова в просторі Гільберта. *Вісник Запорізького національного університету: Збірник наукових статей. Фізико-математичні науки*. Запоріжжя: ЗНУ, 2017. №2. С. 216–223.

УДК 512.64

ТОЧНИЙ АЛГОРИТМ ЗНАХОДЖЕННЯ КОРЕНЯ ДОВІЛЬНОГО СТЕПЕНЯ З ДОДАТНОГО ЦІЛОГО ЧИСЛА

*Артеменко А. О., магістр; Стеганцева П. Г., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Запорізький національний університет*

У цій роботі розглядається узагальнення задачі знаходження квадратного кореня з числа без електронних засобів і таблиць. Відомі алгоритми знаходження кореня n -го степеня з числа засновані в основному на чисельних методах, а значить не є точними.

Запропонований алгоритм складається з наступних кроків:

1. Розбити число A на групи по n цифр, починаючи з розряду одиниць. Кількість цифр в останній групі зліва може бути менше n . Кількість отриманих груп цифр дорівнюватиме кількості цифр результату.

2. Знайти корінь з недостачею з групи цифр, яка містить найбільші розряди (при невеликих n це можна зробити усно).

3. Відняти n -ий степінь отриманої в пункті 2 цифри від даної групи цифр. До залишку дописати справа наступну групу цифр.

4. Скласти нерівність виду

$$x(q^{n-1} \cdot C_n^1 \cdot 10^{n-1} + q^{n-2} \cdot C_n^2 \cdot 10^{n-2} \cdot x + q^{n-3} \cdot C_n^3 \cdot 10^{n-3} \cdot x^2 + \dots + q^2 \cdot C_n^{n-2} \cdot 10^2 \cdot x^{n-3} + q \cdot C_n^{n-1} \cdot 10^1 \cdot x^{n-2} + x^{n-1}) \leq r (*),$$

де q – число, складене з вже відомих цифр результату; x – невідома цифра результату; r – залишок з пункту 3.

5. Найбільший цілий невід'ємний розв'язок x нерівності приписуємо до числа q .

6. Новий залишок дорівнює різниці попереднього залишку і значення лівої частини нерівності з 4 кроку при знайденому на 5 кроці значенні x .

7. Повторювати кроки 4 -6 поки існують нерозглянуті групи цифр.

Обґрунтування алгоритму базується на можливості представлення числа у вигляді $A = (10 \cdot \overline{a_k a_{k-1} \dots a_2 a_1} + a_0)^n$, де риска означає, що символи під нею є цифрами числа. Звідси випливає можливість застосування формули бінома Ньютона, в якій і виникають біноміальні коефіцієнти C_n^l .

ЛІТЕРАТУРА

1. Скопенков А. Б. Размышления об исследовательских задачах для школьников. Мат. Просвещение. 2008. № 12. С. 23–32. URL: <http://www.mccme.ru/free-books/matprosc.html>.

2. Ландо С. К. Введение в дискретную математику. Москва: МЦНМО, 2012. 195 с.

УДК 519

ЗАДАЧА ПРО РУХ ТРИКУТНИКА В ПРАВИЛЬНОМУ n -КУТНИКУ

¹Волотко О. В., учень; ¹Меженіна Л. О., учитель вищої категорії;

²Зіновєєв І. В., канд. фіз.-мат. наук, доцент

¹Запорізька гімназія №93

²Запорізький національний університет

Розглядаються дві задачі: задача про знаходження кількості трикутників із одним заданим кутом, дві вершини яких співпадають з вершинами правильного n -кутника, а третя знаходиться всередині нього та дозволяє рух за певними правилами всередині n -кутника (симетричне відображення, поворот відносно «співпадаючої» вершини з виходом або без виходу за межі контуру); задача про знаходження ліній, які описують чудові точки (центроїд, ортоцентр, вершини) трикутника з заданими властивостями, при «перекочуванні» всередині правильного n -кутника. (під «перекочуванням» мається на увазі переміщення трикутника всередині многокутника таким чином, щоб одна вершина не відривалась від многокутника, а інші дві переміщались доти, доки одна з них не буде збігатися з якоюсь вершиною n -кутника).

Під час дослідницької роботи було розв'язано задачу про «перекочування» трикутника в десятикутнику, що має хоча б одну сторону тієї ж довжини, що й одна з діагоналей многокутника. Деякі траєкторії руху точок наведено на рис.1. Для кожної траєкторії отримано її аналітичний вираз.

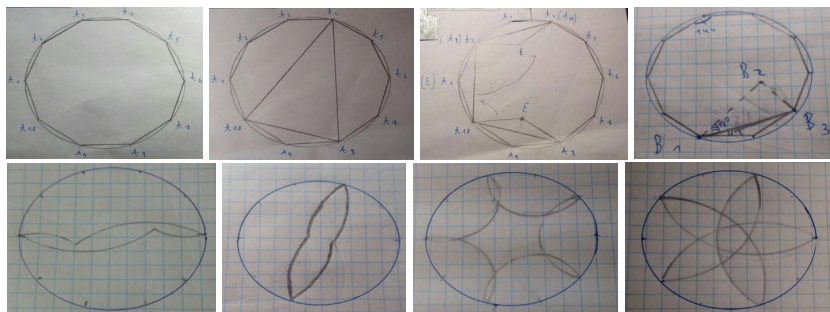


Рис. 1.

Розглянута задача може бути використана для створення нових візерунків.

ЛІТЕРАТУРА

1. Геометрія. 8 клас: дворівневий підруч. для загальноосвіт. навч. закл. / Г. В. Апостола. Київ: Генеза, 2008. 272 с.
2. Геометрія. 9 клас: дворівневий підруч. для загальноосвіт. навч. закл. / Г. В. Апостола. Київ: Генеза, 2009. 304 с.

УДК 514.1

ПОРІВНЯННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ТА АЛГЕБРАІЧНИХ ПІДХОДІВ НА ПРИКЛАДІ ДОВЕДЕННЯ ФОРМУЛИ ЕЙЛЕРА

Гречнева М. О., канд. фіз.-мат. наук, ст. викладач;

Стеганняв Є. В., канд. фіз.-мат. наук, доцент

Запорізький національний університет

Загальноприйнятою точкою зору на формування вміння розв'язувати математичні задачі є така організація навчання, яка передбачає розв'язування якомога більшої кількості задач. Але іноді більш корисним виявляється розглядання різних методів розв'язання однієї задачі. Саме цій ідеї присвячена дана робота.

Нагадаємо, що центр описаного кола трикутника є перетином його серединних перпендикулярів, а центр вписаного кола – перетином бісектрис. Нехай r – радіус вписаного, R – радіус описаного кола, d – відстань між їх центрами. Формула Ейлера має вигляд

$$d^2 = R^2 - 2Rr.$$

Одне з геометричних доведень цієї формули наводиться в роботі [1]. Для доведення використовуються відомі теореми обчислення трикутників і не дуже відомі теореми, як, наприклад,

Теорема. Нехай в трикутнику ABC точка O – центр описаного кола, а точка D лежить на перетині бісектриси кута A з описаним колом. Тоді коло з центром D , що проходить через вершину B , проходить і через точку O .

Автори роботи [1] хоч і вважають це доведення логічно бездоганним, але все-таки важким і таким, що не приносить задоволення. Виникає питання про існування інших доведень формули Ейлера.

Пропонуємо векторне доведення формули Ейлера. Цей метод є більш алгоритмізованим. Доведення можна розділити на дві частини. Перша частина є афінною задачею – представлення вектора \overrightarrow{OI} (O, I – відповідно центри описаного та вписаного в трикутник ABC кіл) у вигляді лінійної комбінації векторів \overrightarrow{OA} , \overrightarrow{OB} , \overrightarrow{OC} . Результат має вигляд

$$\overline{OI} = \frac{a}{a+b+c} \overline{OA} + \frac{b}{a+b+c} \overline{OB} + \frac{c}{a+b+c} \overline{OC},$$

де, a, b, c – довжини сторін трикутника ABC .

Друга частина є метричною задачею – обчислення скалярного квадрату вектора \overline{OI} , який і є лівою частиною формули Ейлера. При обчисленні слід використати дві формули площі трикутника – через радіуси вписаного та описаного кіл.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шабат Г. Б., Сгибнев А. И. Формула Ейлера и теорема Понселе. *Поліном*. 2009. №2. С. 22–27.

УДК 514.1

ПРО ТИП ГРАССМАНОВОГО ОБРАЗУ ПОВЕРХНІ З ПЛОСКОЮ НОРМАЛЬНОЮ ЗВ'ЯЗНІСТЮ В ПРОСТОРІ МІНКОВСЬКОГО

Гречнева М. О., канд. фіз.-мат. наук, ст. викладач;

Стеганцева П. Г., канд. фіз.-мат. наук, доцент

Запорізький національний університет

Геометрія грассманового образу двовимірної поверхні V^2 простору Мінковського 1R_4 (з метрикою $ds^2 = -dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2 + dx_4^2$) вивчалась в роботах [1,2]. Грассманів образ просторовоподібної (часоподібної) двовимірної поверхні простору 1R_4 є двовимірним підмноговидом многовиду часоподібних (просторовоподібних) площин. Індукована метрика грассманового образу може бути знаковизначеною, знаконе-визначеною або виродженою, а значить грассманів образ може бути двовимірною просторовоподібною, часоподібною або ізотропною поверхнею.

В цій роботі визначається залежність типу грассманового образу поверхонь з плоскою нормальною зв'язністю (або, інакше, з нульовим тензором скруту) простору 1R_4 від типу самої поверхні.

Твердження 1. Якщо часоподібна поверхня $V^2 \subset {}^1R_4$ має плоску нормальну зв'язність, то її грассманів образ буде часоподібною поверхнею.

Зауваження. У випадку просторовоподібної поверхні з плоскою нормальною зв'язністю грассманів образ може бути просторовоподібною, часоподібною або ізотропною поверхнею.

Розглянемо поверхні, що є гіперповерхнями тривимірних підпросторів простору Мінковського. Зрозуміло, що всі вони мають плоску нормальну зв'язність.

Твердження 2. Якщо поверхня $V^2 \subset^1 R_4$ є гіперповерхнею деякого тривимірного підпростору, то тип її грассманового образу співпадає з типом поверхні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Стеганцева П. Г., Гречнева М. А. Грассманов образ неизотропной поверхности псевдоевклидова пространства. *Известия вузов. Математика*. 2017. №2. С. 65–75.

2. Гречнева М. А., Стеганцева П. Г. О поверхностях со стационарными значениями стационарной кривизны грассманового образа. *Proceedings of the International Geometry Center*. 2016. Vol.9. №2. pp. 42–48.

УДК 519.2; 51-7

ВСТАНОВЛЕННЯ АВТОРСТВА ВЕЛИКИХ ТЕКСТІВ ЗАСОБАМИ ЧАСТОТНОГО АНАЛІЗУ

¹Зіновєєв Я.-Д. І., *учень*; ²Манько Н. І.-В., *ст. викладач*

¹Запорізький ліцей №105

²Запорізький національний університет

Задача встановлення авторства текстів (задача атрибуції) зустрічається в різних областях і становить інтерес для різноманітних фахівців – філологів, юристів, істориків. Наприклад дуже поширеним явищем є привласнення інтелектуальної власності однієї людини іншою, зокрема літературних текстів.

Визначити справжнього автора певного тексту можна за допомогою характерних мовних особливостей, різних стилістичних прийомів, підходів з теорії розпізнавання образів, математичної статистики та теорії ймовірностей.

Частотний аналіз великих текстів та створення «частотного авторського портрету» дозволяє вирішити проблему встановлення привласнення літературних текстів, що робить дану тему актуальною.

Зрозумілим є те, що кожна людина (письменник) має свій словарний запас, набір фраз, оборотів, характерних для неї, певну структуру побудови тексту, частоту використання слів.

Тому можна запропонувати декілька підходів (гіпотез), що базуються на основі частотного статистичного аналізу, до ідентифікації авторства:

- ідентифікація за характером розподілу (законом) випадкової величини (вибірка відносних частот появи слів певної довжини в тексті);

- ідентифікація за однією або декількома основними статистичними характеристиками вибірок (середнє вибіркове, стандартна похибка, медіана, мода, стандартне відхилення, дисперсія вибірки, ексцес, асиметричність, інтервал розкиду);

– ідентифікація за значеннями коефіцієнтів кореляції та детермінації.

Відповідно до кожного підходу сформульовано алгоритм його реалізації.

Були проведені тестові дослідження. Для цього засобами частотного аналізу було побудовано «частотний авторський портрет» письменника-фантаста – Конторовича Олександра Сергійовича (обрано вісім творів в одному часовому діапазоні з 2010 по 2015 роки, із чотирьох авторських серій) та проведено порівняння з творами цього ж автора з інших серій та інших авторів – Булгакова М. О., Верна Ж. Г., Достоевського Ф. М. Для обраної групи творів проведено дослідження по кожному із варіантів ідентифікації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Батура Т. В. Методы определения авторского стиля текстов и их программная реализация. *Программные системы и вычислительные методы*. 2014. № 2. С. 197-216. DOI: 10.7256/2305-6061.2014.2.11705.

2. Томашевський О. В., Рісіков В. П. Комп'ютерні технології статистичної обробки даних. Навчальний посібник. Запоріжжя: ЗНТУ, 2006. 175 с.

УДК 519; 51-7

ВІДСТАНЬ ЛЕВЕНШТЕЙНА В МАТЕМАТИЧНІЙ ЛІНГВІСТИЦІ

¹Карпенко С. О., учениця; ¹Горобець І. В., спеціаліст вищої категорії, вчитель-методист; ²Зіновєєв І. В., канд. фіз.-мат. наук, доцент

¹Запорізький багатопрофільний ліцей «Перспектива»

²Запорізький національний університет

Математична лінгвістика застосовується практично в усіх сферах та активно розвивається у сучасному суспільстві. У зв'язку із поширенням інтелектуальних інформаційних систем опрацювання інформації, систем перекладу з однієї природної мови на іншу, систем керування людиною-машина-людина зростає необхідність використання математичних методів. Одним з таких методів є метод Левенштейна знаходження редакційної відстані.

Редакційна відстань, або відстань Левенштейна – метрика, що дозволяє визначити «схожість» двох рядків – мінімальна кількість операцій вставки одного символу, видалення одного символу та заміни одного символу на інший, необхідних для перетворення одного рядка в інший. Наприклад, відстань Левенштейна між словами «скло» та «село» дорівнює 1 (заміна «к» на «е»).

Відстань Левенштейна – це величина, яка вимірює різницю між двома послідовностями символів. Математична відстань Левенштейна між двома елементами (i, j) рядків a і b , довжини яких $|a|$ та $|b|$, визначається функцією

$$\text{lev}_{a,b}(i,j) = \begin{cases} \max(i,j) & \text{if } \min(i,j) = 0, \\ \min \begin{cases} \text{lev}_{a,b}(i-1,j) + 1 \\ \text{lev}_{a,b}(i,j-1) + 1 \\ \text{lev}_{a,b}(i-1,j-1) + 1_{(a_i \neq b_i)} \end{cases} & \text{otherwise.} \end{cases}$$

Зручно результати послідовностей операцій зображати графічно у вигляді матриць, елементи якої визначаються за наведеним правилом (формулами).

[illegible]

Рис. 1. Приклади розрахунків матриць відстаней Левенштейна

ЛИТЕРАТУРА

1. Батура Т. В. Математическая лингвистика и автоматическая обработка текстов: учеб. пособие. Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск: РИЦ НГУ, 2016. 166 с.
2. Вычисление редакционного расстояния. URL: <https://habr.com/ru/post/117063/>

УДК 519; 51-7

ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ У ПСИХОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

¹Кириченко В. О., учениця; ¹Горобець І. В., спеціаліст вищої категорії, вчитель-методист; ²Зіновєєв І. В., канд. фіз.-мат. наук, доцент

¹Запорізький багатoproфільний ліцей «Перспектива»

²Запорізький національний університет

Необхідність застосування математичних методів в психологічній науці обумовлена тим, що психологічні дослідження в даний час не можуть здійснюватися лише з описових позицій, а вимагають виявлення максимально об'єктивних кількісних і структурних характеристик досліджуваних фактів і явищ, що дозволяють розглядати одержувані висновки як досить достовірні. Підсумкові результати представляються таблично та візуально.

Анкета 1							
	1	2	3	4	5	6	7
Респондент 1	4	3	4	2	4	2	2
Респондент 2	2	3	4	3	4	2	2
Респондент 3	4	2	3	1	1	1	2
Респондент 4	2	3	4	1	1	1	2
.....							
Респондент 20	4	2	4	2	1	1	1
Респондент 21	4	2	4	1	1	1	2
Респондент 22	4	3	3	1	2	1	2
Респондент 23	4	2	4	2	1	2	1

Рис. 1.

В роботі досліджена важливість проблеми та виявлено взаємозв'язок математики та психології; проаналізовано психологічний клімат у шостому класі ЗБЛ «Перспектива»; застосовано факторний аналіз до отриманих експериментальних даних, для реалізації якого за допомогою мови програмування Python розроблено блок коду, який дозволяє обробляти й здійснювати математичні операції над матрицями, розмірами більшими за 5x5.

Об'єктом дослідження є факторний аналіз, як математичний метод обробки експериментальних даних (результатів анкетування учнів ЗБЛ «Перспектива»), отриманих в результаті психологічних досліджень стосовно сприйняття школярами світу, ставлення до однокласників, класного керівника та батьків учнів.

Дані анкетування представлені у вигляді таблиці нормованих до чотирибальної шкали відповідей.

За результатами анкетування проводився розрахунок матриці факторних навантажень, для чого знаходились кореляційна матриця (рис.2), власні значення та власні вектори кореляційної матриці.

Кореляційна матриця

	п1	п2	п3	п4	п5	п6	п7
п1	1	0,141	-0,174	-0,109	0,101	0,348	0,151
п2	0,141	1	-0,179	0,069	-0,027	0,223	-0,45
п3	-0,174	-0,179	1	-0,419	-0,062	0,039	0,09
п4	-0,109	0,069	-0,419	1	0,185	-0,148	-0,232
п5	0,101	-0,027	-0,062	0,185	1	0,364	0,295
п6	0,348	0,223	0,039	-0,148	0,364	1	-0,009
п7	0,151	-0,45	0,09	-0,232	0,295	-0,009	1

Рис. 2

Наступним кроком обчислена матриця факторних навантажень та на основі проведеного аналізу виокремлено три основні фактори.

ЛІТЕРАТУРА

1. Основні задачі факторного аналізу. URL: https://studopedia.su/11_49141_metod-glavnih-faktorov.html.
2. Митина О. В., Михайловская И. Б. Факторный анализ для психологов. Москва: Учебно-методический коллектор «Психология», 2001. 169 с.

УДК 517.5

ПРИНЦИП СТИСКУЮЧИХ ВІДОБРАЖЕНЬ ТА ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ

¹Підгорний А. Ю., учень; ²Красікова І. В., канд. фіз.-мат. наук, доцент

¹Запорізька гімназія № 28

²Запорізький національний університет

Принцип стискуючих відображень (теорема Банаха про нерухому точку) – одна з найбільш відомих теорем в курсі математичного та функціонального аналізу. Вона має чисельні застосування у різних розділах математики. Цей принцип фактично дає теоретичне обґрунтування методів обчислювальної математики.

Метою роботи було дослідити застосування цього принципу у найпростіших випадках – для розв’язання деяких типів рівнянь з однією змінною, систем лінійних та нелінійних рівнянь, знаходження границь рекурентних числових послідовностей або раціональних наближень. Тобто у тих класах задач, які традиційно відносяться до елементарної математики і є зрозумілими для школярів старших класів, але їх розв’язання відомими прямими методами буває досить складним або навіть неможливим. Тому актуальним є питання про інші методи розв’язання таких задач, які також були б зрозумілими в рамках шкільної програми.

Означення 1. Функція $y = f(x)$, яка відображає відрізок $[a; b]$ в себе, називається *стискуючою на відрізку* $[a; b]$, якщо існує таке число $0 < q < 1$, що для будь-яких двох точок x_1, x_2 відрізка $[a; b]$ виконується нерівність $|f(x_1) - f(x_2)| \leq q \cdot |x_1 - x_2|$.

Якщо функція є стискуючою на замкненій півпрямій або на прямій, існує відрізок, на якому вона буде стискуючою. В роботі наведені достатні умови стискання функції на відрізку, зокрема, для функцій, які мають похідну. Принцип стискуючих відображень для функції на відрізку сформульовано наступним чином:

Теорема 2. Будь-яка стискуюча на відрізку $[a; b]$ функція $y = f(x)$ має на цьому відрізку єдину нерухому точку.

Нерухома точка функції f – це корінь рівняння $f(x^*) = x^*$. Зауважимо, що сам принцип дає не лише умови існування нерухомої точки відображення, але й метод її знаходження (метод послідовних наближень), та дозволяє отримати оцінку точності наближення, що й було зроблено в роботі.

Було застосовано принцип стискуючих відображень до розв'язання рівнянь вигляду $f(x) = x$, $F(x) = 0$, до знаходження границь рекурентних послідовностей, а також до розв'язання систем лінійних

та нелінійних систем (тобто застосування принципу на площині та у просторі). Реалізацію методу послідовних наближень запропоновано на прикладі окремих задач, для розв'язання яких наведені програми на мові Python, що значно спрощує обчислення.

Результати роботи можуть бути корисними для школярів, які цікавляться математикою, або для студентів, що вивчають курс функціонального аналізу. Їх можна використовувати на заняттях гуртків з математики або з інформатики. Дослідження може бути продовжено у напрямку застосування принципу стискуючих відображень до більш складних задач.

ЛІТЕРАТУРА

1. Колмогоров А. Н., Фомин С. В. Элементы теории функций и функционального анализа. Москва: Наука, 1989. 624 с.
2. Дюженкова Л. І. та ін. Математичний аналіз у задачах і прикладах. Ч.2. Київ: Вища школа, 2003. 470 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТОПОЛОГІЙ ЗАДАНОЇ ВАГИ ЗА ДОПОМОГОЮ ВЕКТОРА ТОПОЛОГІЇ

Скрябіна А. В., аспірантка;

Стеганцева П. Г., канд. фіз.-мат. наук, доцент

Запорізький національний університет

Показано можливість досліджувати топології на n -елементній множині $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ за допомогою вектора топології. Описано топології з векторами $(0, \dots, 0, \alpha_{n-1}, \alpha_n)$, $1 \leq \alpha_{n-1} \leq 3$, $2 \leq \alpha_n \leq n-1$ і показано, що їх вага належить проміжку $[5 \cdot 2^{n-4}, 2^{n-1}]$. Отримані результати порівняно з результатами Stanley [1] і Kolli [2].

Означення 1. Індексом елемента $x_i \in X$ відносно топології τ на цій множині називається число $\text{ind}_\tau(x_i)$, яке дорівнює кількості відмінних від x_i елементів в його мінімальному околі M_i .

Означення 2. Неспадну послідовність індексів усіх елементів з X будемо називати *вектором топології*. Вектор топології τ будемо позначати $v(\tau) = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$.

Зауважимо, що вектор топології по самій топології визначається однозначно, але одному й тому же вектору топології можуть відповідати різні топології.

Означення 3. *Вагою топології τ* називається кількість відкритих множин в цій топології.

Теорема 1. Топології на n -елементній множині з векторами $(0, \dots, 0, 1, \alpha_n)$, $2 \leq \alpha_n \leq n-1$ або $(0, \dots, 0, 2, 2)$ при $n \geq 5$ мають вагу $|\tau| > 3 \cdot 2^{n-3}$.

Теорема 2. При $n \geq 5$ топології на n -елементній множині з векторами $(0, \dots, 0, 2, \alpha_n)$, $3 \leq \alpha_n \leq n-1$ або $(0, \dots, 0, 3, 3)$ мають вагу $5 \cdot 2^{n-4} < |\tau| \leq 3 \cdot 2^{n-3}$.

Теорема 3. Топологія з вектором $(0, \dots, 0, 3, 4)$ на n -елементній множині при $n \geq 5$ має вагу $|\tau| = 5 \cdot 2^{n-4}$, якщо $M_{n-1} \subset M_n$ і $M_{n-1} \cap M_n = \{x_i, x_j, x_k\}$, $i, j, k = \overline{1, n-2}$.

З теорем 1, 2 та 3 випливає, що зазначені в них вектори топологій визначають всі класи T_0 -топологій з вагою $|\tau| \geq 5 \cdot 2^{n-4}$, які знайдено в роботах Stanley [1] і Kolli [2].

ЛІТЕРАТУРА

1. Stanley R. P. On the number of open sets of finite topologies. *Journal of combinatorial theory*. 1971. Vol. 10. P. 74–79.
2. Kolli M. On the Cardinality of the T_0 -Topologies on a Finite Set. *International Journal of Combinatorics*. 2014. Article ID 798074, 7 pages.

**НЕЛІНІЙНІ ГРАНИЧНІ ІНТЕГРАЛЬНІ РІВНЯННЯ
ФРИКЦІЙНОГО КОНТАКТУ ПРУЖНИХ ТІЛ**

*Стреляев О. Ю., аспірант; Стреляев Ю. М., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Запорізький національний університет*

У доповіді представлено новий модифікований підхід до числового розв'язання просторової квазістатичної контактної задачі про взаємодію двох лінійно пружних ізотропних тіл з урахуванням тертя Кулона [1]. Механічний сенс запропонованої модифікації закону тертя Кулона полягає у введенні мікрозапізнювання дії нормальних контактних напружень відносно дотичних контактних напружень на кожному кроці процесу навантажування тіл. В результаті задачу зведено серії однотипних операторних рівнянь з операторами квазістискаючого типу [2]. Кожне операторне рівняння з цієї серії представляє собою систему трьох нелінійних інтегральних рівнянь, яка відповідає кроку процесу навантажування тіл. Метод наближеного розв'язання отриманих рівнянь [2] включає в себе їх регуляризацію [3], дискретизацію регуляризованих рівнянь та побудову збіжного ітераційного процесу для розв'язання дискретизованих рівнянь контактної задачі.

Запропонований підхід застосовано до розв'язання квазістатичних контактних задач про взаємодію пружних тіл, виготовлених з однако-вих і різних матеріалів [2, 4], а також про взаємодію циліндричних штампів з пружним півпростором [5, 6]. Досліджено залежність розв'язків від історії навантажування тіл [2, 4, 5]. Порівняння отриманих розв'язків контактних задач з їх відомими розв'язками [1, 7-9] дає можливість зробити висновки про правомірність прийнятої гіпотези про спрощення умов навантажування тіл і коректність запропонованого підходу до розв'язання квазістатичних контактних задач розглянутого класу.

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. Чисельний розв'язок задачі про контакт пружних тіл під дією нормального і дотичного навантажень. *Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології*. 2016. Вип. 24. С. 100–110.
5. Стреляев Ю. М., Клименко М. І., Стреляев О. Ю. Контакт плоского циліндричного штампа з пружним півпростором при немонотонному навантажуванні з

урахуванням тертя. *Вісник Запорізького національного університету. Фізико-математичні науки*. 2018. № 2. С. 142–151.

6. Streliaiev Y., Titova O. Indentation of a Circular Cylindrical Punch with a Curved Base into an Elastic Half-Space in the Presence of Coulomb Friction // In Proc. of the 24th Int. Sci. Conf. Mechanika-2019, 2019, pp. 136-140.

7. Cattaneo, C. Sul contatto di due corpi elastici: distribuzione locale degli stozzi. *Rend. Dell'Accademia nazionale dei Lincei*, 1938. 27(6), 342–348, 434–436, 474–478.

8. Mindlin, R. D. Compliance of elastic bodies in contact. *Trans. ASME, J. Appl. Mech.*, 1949. 16(3), 259–268.

9. Turner, J. R. The frictional unloading problem on linear elastic half-space. *J. Inst. Math. and its Appl.*, 1979. Vol. 24. P. 439–469.

УДК 514

ГЕОГРАФІЧНА ІЛЮСТРАЦІЯ ІЗОПЕРИМЕТРИЧНОЇ ЗАДАЧІ

¹Чернігівський О. С., учень;

²Гречнева М. О., канд. фіз.-мат. наук, ст. виледач

¹Василівська гімназія «Сузір'я»

²Запорізький національний університет

Формулювання ізопериметричної задачі відомо здавна: серед усіх замкнених ліній заданої довжини знайти ту, яка обмежує найбільшу площу. Відповідь відома всім – це коло, а фігура – круг. І ця відповідь відома людству майже 3000 років, але довести цей факт вдалося лише в кінці XIX сторіччя.

Справедливість розв'язку ізопериметричної задачі можна проілюструвати на різних прикладах. В даній роботі ми зробимо це на прикладі порівняння площ та довжин границь деяких країн. Спочатку розглянемо дві країни: Кубу і Болгарію. Площа Куби дорівнює 110 860 км², а площа Болгарії 110 910 км². Довжина державної границі Куби дорівнює 5 774 км, а Болгарії 2162 км. За цими даними ми бачимо, що площі даних країн приблизно однакові, що не можна сказати про їх границі. Довжина границі Куби у 2,6 рази менше, ніж границя Болгарії. Нашою задачею було визначити, чому їх площі приблизно рівні. Відповідь на це питання дає форма цих країн (рис. 1).



Рис. 1

За формою Куба нагадує дуже вузький паралелограм. На відміну від Куби, Болгарія, хоч і віддалено, але нагадує круг. Можемо зробити висновок, що з даним периметром паралелограм має значно меншу площу, ніж круг.

Також можна розглянути дві інші країни: Чилі та Казахстан. Загальна протяжність границь Казахстану складає 13 394,6 км, а у Чилі протяжність берегової лінії дорівнює 6 435 км, а сухопутна границя – 6 339 км. В сумі довжина границі Чилі складає майже 13 тисяч кілометрів, майже така сама, як і у Казахстану. Але площа Казахстану майже в 3,5 рази більша за площу Чилі (2 724 900 км² проти 756 950 км²). Цю відмінність знову ж таки пояснює форма цих країн.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шарыгин И. Миф о Дидоне и изопериметрическая задача. Журнал «Квант», №1, 1997. С.42–44.

СЕКЦІЯ 3

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
СИСТЕМ ТА ПРОЦЕСІВ**

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ОБСЯГУ ВИБІРКИ У БІОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

¹Анваруззаман М., учениця; ²Швидка С. П., канд. фіз.-мат. наук, доцент

¹Запорізька гімназія № 71

²Запорізький національний університет

Обсяг вибірки є найважливішою складовою проведення біологічного дослідження. У випадку, коли треба оцінити математичне сподівання a нормально розподіленої випадкової величини з наперед заданою точністю $\delta = t\sigma/\sqrt{n}$ і надійністю γ , мінімальний обсяг спостережень n обчислюється за формулою: $n = (t\sigma)^2/\delta^2$, де t – розв'язок рівняння $\Phi(t) = \gamma/2$, що визначається за таблицею функції Лапласа, σ – середньоквадратичне відхилення. При цьому довірчий інтервал буде мати вигляд:

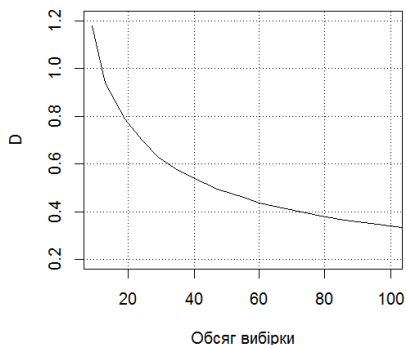
$$x_{\text{середнє}} - t\sigma/\sqrt{n} < a < x_{\text{середнє}} + t\sigma/\sqrt{n}, \quad (1)$$

де $x_{\text{середнє}}$ – вибіркове середнє.

Згідно з центральною граничною теоремою, для вибірок великого обсягу ($n \geq 30$) з розподілу, що не є нормальним, вибірканий розподіл середнього $x_{\text{середнє}}$ буде наближено відповідати нормальному розподілу з параметрами $N(a, \sigma^2/n)$ і довірчий інтервал може бути розрахований за формулою (1).

Одним із методів визначення точності є визначення її як фіксованої пропорції вибіркового середнього $t\sigma/\sqrt{n} = Da$ [1]. У такому випадку формула для обчислення обсягу вибірки набуває вигляду: $n = (t\sigma)^2/(Da)^2$. У роботі проведені обчислення за останньою формулою на основі даних чисельності паразита *Ligophorus pilengas* від кефалі піленгаса, зібраної з Японського моря. Емпіричні дані були люб'язно надані співробітниками кафедри біології лісу, мисливствознавства та іхтіології ЗНУ. Обсяг вибірки дорівнював 224 елементи.

З графіка видно, що швидке збільшення точності спостерігається для вибірок обсягом менше ніж 30 елементів. При подальшому збільшенні числа дослідів швидкість росту точності сповільнюється.



**Рис. 1 Вплив точності D
на обсяг вибірки для оцінки
вибіркового середнього
значення**

ЛІТЕРАТУРА

1. Karandinos M. G. Optimum Sample Size and Comments on Some Published Formulae. *Bull. Entomol. Soc. Am.*, 1976. № 22 (4). P. 417–421. DOI: 10.1093/besa/22.4.

УДК 577.3

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВЛАСНИХ ЗНАЧЕНЬ ПРОЕКЦІЙНИХ МАТРИЦЬ В ДИСКРЕТНІЙ ТА НЕПЕРЕРВНІЙ МОДЕЛЯХ П. ЛЕСЛІ

Елховська Я. А., аспірант; Собокар Н. В., студентка;

Леонтьєва В. В., канд. фіз.-мат. наук, доцент;

Кондрат'єва Н. О., канд. фіз.-мат. наук, доцент

Запорізький національний університет

Дана робота присвячена аналізу окремих властивостей дискретної та побудованої на її основі неперервної моделей П. Леслі, які, як відомо [1-3], характеризуються тим, що в них розглядаються поділені на групи за віковими особливостями відтворення нащадків популяції. Такі моделі займають особливу нішу серед біологічних математичних моделей, оскільки мають широке застосування майже у всіх імітаційних моделях реальних популяцій.

Об'єктом дослідження, таким чином, в роботі виступає дискретна математична модель, описувана векторно-матричним різницеvim рівнянням виду

$$X_{t+1} = LX_t \quad (1)$$

з проекційною матрицею Леслі виду

$$L = \begin{pmatrix} f_1 & f_2 & \cdots & f_{n-1} & f_n \\ p_1 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & p_2 & \cdots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & p_{n-1} & 0 \end{pmatrix}, \quad (2)$$

та побудований на її основі неперервний аналог – неперервна модель Леслі, описувана векторно-матричним диференціальним рівнянням виду

$$\frac{dX}{dt} = (L - I)X(t). \quad (3)$$

В (1)-(3) прийняті наступні позначення: $X_{t+1} = (x_1(t+1), x_2(t+1), \dots, x_n(t+1))^T$, $X_t = (x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t))^T$ – вектори стану досліджуваної системи у фіксовані моменти часу $t+1$, t у дискретній моделі; $X(t) = (x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t))^T$ – вектор стану системи, поведінка якої описується за допомогою неперервної моделі; $x_i(t)$ ($i = \overline{1, n}$) – чисельність індивідумів популяції, розподілених за i -ми віковими групами; f_i ($i = \overline{1, n}$) – коефіцієнти народжуваності: $f_i \geq 0$

при $i = \overline{1, n-1}$ та $f_n > 0$; $p_i (i = \overline{1, n-1})$ – коефіцієнти виживання: $0 < p_i < 1$; I – одинична матриця відповідної розмірності.

Потрібно зазначити, що у науковій літературі дискретна та неперервна моделі Леслі досить широко представлені, при цьому неперервна модель Леслі, на відміну від представленого у (3) вигляду, подається векторно-матричним рівнянням виду $\frac{dX}{dt} = LX(t)$, що суттєво впливає на результати дослідження. В даній роботі досліджувана неперервна модель, описувана рівнянням (3), отримана шляхом послідовного переходу від моделі, описуваної рівнянням (1), із використанням методики, що базується на використанні поняття похідної [4]. Саме такою відмінністю застосовуваних моделей й обумовлено значний інтерес до досліджень, представлених у даній роботі.

Предметом дослідження в роботі виступають власні значення дискретної та неперервної моделі, описуваних рівняннями (1) та (3) відповідно, та їх характерні властивості. Таким чином, в даній роботі мається на меті проаналізувати та зробити послідовні висновки, розглядаючи власні значення дискретної та неперервної моделей Леслі, які в подальших дослідженнях за зазначеними моделями будуть мати суттєве значення.

Розкриваючи характеристичний визначник потенційної матриці Леслі (2) для моделі, описуваної рівнянням (1), за елементами першого рядка, отримуємо характеристичне рівняння виду:

$$\det(\lambda I - L) = \lambda^n - f_1 \lambda^{n-1} - f_2 p_1 \lambda^{n-2} - \dots - f_{n-1} \prod_{i=1}^{n-2} p_i \lambda - f_n \prod_{i=1}^{n-1} p_i = 0. \quad (4)$$

Аналогічно, розкриваючи характеристичний визначник матриці $(L - I)$ для моделі, описуваної рівнянням (3), за елементами першого рядка отримуємо характеристичне рівняння виду:

$$\begin{aligned} \det(\lambda I - (L - I)) &= \det((\lambda + 1)I - L) = \\ &= (\lambda + 1)^n - f_1 (\lambda + 1)^{n-1} - f_2 p_1 (\lambda + 1)^{n-2} - \dots - f_n \prod_{i=1}^{n-1} p_i = 0. \end{aligned} \quad (5)$$

Оскільки для (4) та (5) виконуються умови, що $0 < p_i < 1 (i = \overline{1, n-1})$ та $f_n > 0$, то вільний член характеристичного рівняння $f_n \sum_{i=1}^n p_i \neq 0$ в обох співвідношеннях (4) та (5), тому, відповідно, рівняння (4) та (5) не мають нульових коренів, тобто матриці L (для дискретної моделі) та $(L - I)$ (для неперервної моделі) є невиродженими [2, 5].

Крім того, характеристичні числа матриці L (для дискретної моделі) та $(L - I)$ (для неперервної моделі) є досить схожими та відрізняються на одиницю в дискретній та неперервній моделях Леслі. Для розкриття заявленої властивості, знайдемо власні значення у дискретній та неперервній моделях, описуваних рівняннями (1) та (3) відповідно. Зазначена властивість є справедливою для n -го випадку. Тому,

не втрачаючи спільності, розкриття будемо проводити для наочності для двовимірного випадку ($n = 2$). Так, для дискретної моделі з матрицею $L = \begin{pmatrix} f_1 & f_2 \\ p_1 & 0 \end{pmatrix}$ маємо:

$$\det(\lambda I - L) = \begin{vmatrix} \lambda - f_1 & -f_2 \\ -p_1 & \lambda \end{vmatrix} = \lambda^2 - f_1\lambda - f_2p_1 = 0;$$

$$D = f_1^2 + 4f_2p_1 > 0; \lambda_{1,2} = \frac{f_1 \pm \sqrt{f_1^2 + 4f_2p_1}}{2}.$$

Аналогічно, для неперервної моделі з такою самою матрицею $L = \begin{pmatrix} f_1 & f_2 \\ p_1 & 0 \end{pmatrix}$ маємо:

$$\begin{aligned} \det(\lambda I - (L - I)) &= \det((\lambda + 1)I - L) = \begin{vmatrix} \lambda + 1 - f_1 & -f_2 \\ -p_1 & \lambda + 1 \end{vmatrix} = \\ &= (\lambda + 1)^2 - f_1(\lambda + 1) - f_2p_1 = \lambda^2 + (2 - f_1)\lambda + (1 - f_1 - f_2p_1) = 0; \\ D &= (2 - f_1)^2 - 4(1 - f_1 - f_2p_1) = f_1^2 + 4f_2p_1 > 0; \\ \lambda_{1,2} &= \frac{f_1 - 2 \pm \sqrt{f_1^2 + 4f_2p_1}}{2} = \frac{f_1 \pm \sqrt{f_1^2 + 4f_2p_1}}{2} - 1. \end{aligned}$$

Звідси бачимо, що власні значення λ_i , $i = 1, 2$ в дискретному та неперервному випадках мають різницю в одиницю. Це обумовлено особливостями застосовуваної методики переходу від дискретної до неперервної моделі, тобто тим, що при здійсненні такого переходу від матриці L віднімається одинична матриця тієї ж розмірності.

Різниця у власних значеннях двох моделей відіграє суттєву роль в доведенні приналежності неперервної математичної моделі П. Леслі до класу позитивних динамічних систем та, за своїм змістом, є фактором, який змушує накладати додаткові обмеження на модель, представлену у неперервному вигляді.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ризниченко Г. Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. Часть 1. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». 2002. 232 с.
2. Ризниченко Г. Ю., Рубин А. Б. Математические методы в биологии и экологии. Биофизическая динамика продукционных процессов. Москва: Юрайт. 2019. 210 с.
3. Свиричев Ю. М., Логофет Д. О. Устойчивость биологических сообществ. Москва: Наука. 1978. 352 с.
4. Леонтьева В. В., Кондратьева Н. А. Построение и анализ разомкнутой непрерывной математической модели позитивной динамической системы балансового типа. *Вісник Запорізького національного університету: зб. наук. статей. Фізико-математичні науки*. Запоріжжя: ЗНУ. 2010. № 1. С. 81–88.
5. Гантмахер Ф. Р. Теория матриц. Москва: Физматлит. 2010. 560 с.

АЛГОРИТМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЗИТИВНОЇ ДИНАМІЧНОЇ СИСТЕМИ

*Еременко А. О., аспірант; Леонтьєва В. В., канд. фіз.-мат. наук, доцент;
Кондрат'єва Н. О., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Запорізький національний університет*

У роботі запропоновано методику дослідження змін основних характеристик позитивної динамічної системи балансового типу з дискретним часом, описуваної векторно-матричним різницевим рівнянням виду [1-3]

$$X_{t+1} = AX_t + BU_t,$$

де t обирається дискретним: $t = \overline{1, n}$; X_{t+1} , X_t – вектор-стовпець станів системи у фіксовані моменти часу $t+1$ та t відповідно; U_t – вектор-стовпець керувань системи у момент часу t ; $A = (a_{ij})$, $B = (b_{ij})$ – квадратні матриці розмірностей $n \times n$ сталих коефіцієнтів a_{ij}, b_{ij} ($i, j = \overline{1, n}$), які володіють властивостями, що забезпечують приналежність досліджуваної системи до класу позитивних та асимптотично стійких систем [1, 4-5].

За запропонованою методикою у роботі розроблено алгоритм дослідження математичної моделі аналізовуваної позитивної системи та основних її характеристик в залежності від обраного виду керуючих функцій U_t , $t = \overline{1, n}$ із метою вироблення окремих рекомендацій в тому чи іншому випадку здійснюваного керування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Леонтьєва В. В., Кондратьєва Н. А. Разомкнутая дискретная математическая модель позитивных динамических систем балансового типа и ее анализ. *Збірник наукових праць. Вісник ЗНУ. Запоріжжя: ЗНУ. 2009. №1. С. 132–137.*
2. Леонтьєва В. В., Кондратьєва 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. Леонтьєва В. В., Кондратьєва Н. А. Управляемость позитивной динамической системы балансового типа. *Збірник наукових праць. Вісник ЗНУ. Запоріжжя: ЗНУ. 2011. №1. С. 58–66.*
4. Алілуйко А. М., Мазко О. Г. Інваріантні конуси та стійкість лінійних динамічних систем. *Український математичний журнал* 2006. Т. 58, № 11. С. 1446–1461.
5. Schuppen J. H. Control and System Theory of Positive Systems. Amsterdam: The Vrije Universiteit, 2007. 245 p.

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСТЕРЕЖУВАНOSTІ КЕРОВАНОЇ ГІРОСКОПІЧНОЇ СИСТЕМИ

*Леонтьєва В. В., канд. фіз.-мат. наук, доцент;
Кондрат'єва Н. О., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Запорізький національний університет*

Робота присвячена дослідженню питання про спостережуваність [1-4] астатичного гіроскопа з трьома ступенями свободи в кардановому підвісі, встановленого на нерухомій основі в інерціальному просторі [3, 5].

Динаміка руху досліджуваного об'єкту описується неперервною математичною моделлю керованої системи у просторі станів, представленою системою лінеаризованих векторно-матричних диференціальних рівнянь виду [5]

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = \tilde{A}x(t) + \tilde{B}u(t); \\ y(t) = \tilde{C}x(t), \end{cases} \quad (1)$$

де $x(t) = [x_1(t), \dots, x_n(t)]^T$ – вектор стану системи; $u(t) = [u_1(t), \dots, u_m(t)]^T$ – вектор керування; $y(t) = [y_1(t), \dots, y_r(t)]^T$ – вектор виходу системи; $\tilde{A} = [\tilde{a}_{ij}]_{n \times n}$, $\tilde{B} = [\tilde{b}_{ij}]_{n \times m}$, $\tilde{C} = [\tilde{c}_{ij}]_{r \times n}$ – матриці відповідно стану, керуючих впливів та виходу системи.

Для лінійної стаціонарної системи керування, динаміка руху якої описується системою (1), дослідження властивості спостережуваності проводилося за алгебраїчним критерієм Р. Калмана [1, 2]. В результаті встановлено, що для досліджуваної системи не існує випадків, коли вона є не повністю (частково) спостережуваною або неспостережуваною, а, отже, досліджуваний астатичний гіроскоп є повністю спостережуваним.

ЛІТЕРАТУРА

1. Kvakernaak H., Sivan R. Linear Optimal Control Systems. New York: Wiley-Interscience, 1972. 575 pp.
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. Меркин Д. Р. Гироскопические системы. Москва: Наука, 1974. 344 с.
4. Леонтьева В. В., Кондрат'єва Н. А. Вопросы методологии анализа, управления, регулирования, идентификации и наблюдения гироскопических систем. *Вісник Запорізького національного університету. Фізико-математичні науки*. Запоріжжя: ЗНУ. №2. 2017. С. 157–169.
5. Леонтьева В. В., Кондрат'єва Н. О. Керованість 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*. Запоріжжя: ЗНУ. №2. 2019. С. 90–100.

МАТРИЦЯ ЖОРСТКОСТІ НЕСКІНЧЕННОГО ШЕСТИГРАННОГО СКІНЧЕННОГО ЕЛЕМЕНТУ ДЛЯ ВОЛОКНИСТОГО КОМПОЗИЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ

Манько Н. І.-В., старший викладач; Данильченко А. О., студентка
Запорізький національний університет

Визначення напружено-деформованого стану таких конструкцій, як транспортні стрічки, ескалатори, конвеєрні полотна, транспортні дорожні покриття, які виробляються з композиційних матеріалів, стикається із низкою складнощів математичного та обчислювального характеру. Наявність композиційного матеріалу, який за своєю структурою є неоднорідним, призводить до ускладнення математичної моделі конструкції, яка певним чином повинна враховувати наявність значної кількості армуючих елементів. Окрім цього описані конструкції представляють собою елементи із особливими геометричною формою та розмірами. Це, як правило, полоса з дуже значною довжиною або замкнена полоса, які можна вважати нескінченними. Тому моделювання нескінченних розмірів є важливою проблемою при розв'язанні практичних задач.

Для моделювання нескінченного у одному напрямку скінченного елемента із волокнистого композиційного матеріалу (рис. 1) будемо спиратися на підхід, описаний для аналогічного скінченного елемента, але для слабкостисливого матеріалу [1].

Введемо дві локальні системи координат: локальну систему координат скінченного елемента та локальну систему армування. Армування проводиться у площині x_2Ox_3 . Система координат скінченного елемента $Ox_1x_2x_3$ і система координат армування $Ox_1''x_2''x_3''$ зв'язані кутом α , який визначає напрям укладки волокна відносно осі x_2 (рис.1).

За допомогою спеціальних апроксимуючих функцій змодельємо нескінченність у глобальній декартовій системі координат $(O'z'_2z'_3)$. Спеціальні апроксимуючі функції підберемо так, щоб вузли 5*, 6*, 7*, 8* відображалися на нескінченності у напрямку осі z'_3 .

Згідно методики, описаній у [1], матриця жорсткості нескінченного скінченного елемента на основі моментної схеми для волокнистого композиційного матеріалу буде мати вигляд:

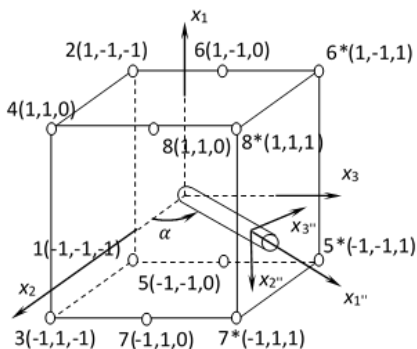


Рис. 1. «Нескінченний» скінченний елемент для волокнистого композиційного матеріалу

$$[K^{k'm'}] = [A][F_{ij}^{k'}]^T [H^{ijkl}][F_{kl}^{m'}][A]^T. \quad (1)$$

Слід зауважити, що для слабкостисливого матеріалу згідно з моментною схемою скінченного елемента розкладаються компоненти вектору переміщень, компоненти тензору деформацій та функція зміни об'єму, а для композиційного матеріалу – тільки компоненти вектору переміщень та компоненти тензору деформацій. Тому у виразі (1) сенс матриці такий же, як і у [1], але співвідношення для них відрізняються. Так, матриця $[H^{ijkl}]$ – матриця пружних сталей волокнистого композиційного матеріалу з урахуванням метрики нескінченного скінченного елемента:

$$[H^{ijkl}] = \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 \{\psi_{ij}\}^T [C^{ijkl}] \{\psi_{kl}\} \sqrt{g} dx_1 dx_2 dx_3, \quad (2)$$

тут $\{\psi_{ij}\} = \{1, x_1, x_2, x_1 x_2, x_3, x_1 x_3, x_2 x_3, x_1 x_2 x_3\}$ – вектор степеневих функцій, $[C^{ijkl}]$ – матриця пружних сталей матеріалу у системі координат скінченного елемента x_i , яка визначається через матрицю пружних сталей матеріалу у системі координат армування:

$$[C^{ijkl}] = \begin{bmatrix} C^{1''1''1''1''} & C^{1''1''2''2''} & C^{1''1''2''3''} & 0 & 0 & 0 \\ C^{1''1''2''2''} & C^{2''2''2''2''} & C^{2''2''3''3''} & 0 & 0 & 0 \\ C^{1''1''2''3''} & C^{2''2''3''3''} & C^{2''2''2''2''} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2C^{1''2''1''2''} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 2C^{1''2''1''2''} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2C^{2''3''2''3''} \end{bmatrix}.$$

Компоненти C^{ijkl} визначаються співвідношенням:

$$C^{ijkl} = C^{i''j''k''l''} a_{i''}^{i''} a_{j''}^{j''} a_{k''}^{k''} a_{l''}^{l''}, \quad (3)$$

де $a_{i''}^{i''} = \partial x_i / \partial x_{i''}$ – компоненти тензора перетворень координат, які визначаються із залежностей:

$$x_1 = x_2'' \cos \alpha + x_3'' \sin \alpha, \quad x_2 = -x_1'', \quad x_3 = -x_2'' \sin \alpha + x_3'' \cos \alpha. \quad (4)$$

Волокнистий композит, як правило, при розрахунках представляється транстропним матеріалом, тензор пружних сталей якого $C^{i''j''k''l''}$ в системі координат армування визначається формулами [2]:

$$\begin{aligned} C^{1''1''1''1''} &= \frac{E_1}{\Delta_*} (1 - \nu_{23} \nu_{32}); & C^{1''1''2''2''} &= \frac{E_2}{\Delta_*} (\nu_{12} + \nu_{13} \nu_{32}); \\ C^{1''1''3''3''} &= \frac{E_3}{\Delta_*} (\nu_{12} \nu_{23} + \nu_{13}); & C^{2''2''1''1''} &= \frac{E_1}{\Delta_*} (\nu_{21} + \nu_{31} \nu_{23}); \\ C^{2''2''2''2''} &= \frac{E_2}{\Delta_*} (1 - \nu_{13} \nu_{31}); & C^{2''2''3''3''} &= \frac{E_3}{\Delta_*} (\nu_{23} + \nu_{21} \nu_{13}); \\ C^{3''3''1''1''} &= \frac{E_1}{\Delta_*} (\nu_{21} \nu_{32} + \nu_{31}); & C^{3''3''2''2''} &= \frac{E_2}{\Delta_*} (\nu_{32} + \nu_{31} \nu_{12}); \end{aligned}$$

$$C^{3^3 3^3 3^3} = \frac{E_3}{\Delta_*} (1 - \nu_{21} \nu_{12}); C^{1^2 2^1 1^2} = \frac{G_{12}}{2}; C^{1^3 3^1 1^3} = \frac{G_{13}}{2}; C^{2^3 3^2 2^3} = \frac{G_{23}}{2};$$

$$\Delta_* = (1 - \nu_{23} \nu_{32} - \nu_{12} \nu_{21} - \nu_{12} \nu_{23} \nu_{31} - \nu_{13} \nu_{21} \nu_{32} - \nu_{13} \nu_{31}), \quad (5)$$

де E_i, G_{ij}, ν_{ij} – ефективні пружні сталі композиційного матеріалу. Ці сталі визначаються через механічні характеристики матриці і волокна, найбільш поширеними є формули правила сумішей [3], Аболіньша Д.С. [4], Ваніна Г.А. [5].

Матрицю $[A]$ у співвідношенні (1) визначимо, скориставшись двома представленнями переміщень. Маємо розкладання переміщень відповідно до моментної схеми:

$$u_{k'} = \{\psi_{ij}\} \{\omega_{k'}\}^T, \quad (6)$$

де $\{\omega_{k'}\} = \{\omega_{k'}^{(000)}, \omega_{k'}^{(100)}, \omega_{k'}^{(010)}, \omega_{k'}^{(110)}, \omega_{k'}^{(001)}, \omega_{k'}^{(101)}, \omega_{k'}^{(011)}, \omega_{k'}^{(111)}\}$ – вектор коефіцієнтів розкладання. А також представлення переміщень у виді:

$$u_{k'} = \{N_L\} \{u_{k'}^*\}^T, \quad (7)$$

де $\{u_{k'}^*\} = \{u_{k'}^{(1)}, u_{k'}^{(2)}, u_{k'}^{(3)}, u_{k'}^{(4)}, u_{k'}^{(5)}, u_{k'}^{(6)}, u_{k'}^{(7)}, u_{k'}^{(8)}\}$ – вектор вузлових переміщень, $\{N_L\} = (N_1, N_2, N_3, N_4, N_5, N_6, N_7, N_8)$ – вектор функцій форми виду:

$$\begin{aligned} N_1(x_1, x_2, x_3) &= -\frac{1}{4}(1-x_1)(1-x_2)\frac{2x_3}{1-x_3}, N_2(x_1, x_2, x_3) \\ &= -\frac{1}{4}(1+x_1)(1-x_2)\frac{2x_3}{1-x_3}, \\ N_3(x_1, x_2, x_3) &= -\frac{1}{4}(1-x_1)(1+x_2)\frac{2x_3}{1-x_3}, N_4(x_1, x_2, x_3) \\ &= -\frac{1}{4}(1+x_1)(1+x_2)\frac{2x_3}{1-x_3}, \\ N_5(x_1, x_2, x_3) &= \frac{1}{4}(1-x_1)(1-x_2)\left(1 + \frac{2x_3}{1-x_3}\right), \\ N_6(x_1, x_2, x_3) &= \frac{1}{4}(1+x_1)(1-x_2)\left(1 + \frac{2x_3}{1-x_3}\right), \\ N_7(x_1, x_2, x_3) &= \frac{1}{4}(1-x_1)(1+x_2)\left(1 + \frac{2x_3}{1-x_3}\right), \\ N_8(x_1, x_2, x_3) &= \frac{1}{4}(1+x_1)(1+x_2)\left(1 + \frac{2x_3}{1-x_3}\right). \end{aligned}$$

Із виразів (6) та (7) визначаємо елементи матриці $[A]$ так, щоб виконувалась рівність:

$$\{\omega_{k'}\} = [A]^T \{u_{k'}^L\}. \quad (8)$$

Матриця $[F_{ij}^{k'}]$ визначається так, щоб при побудові матриці жорсткості скінченного елемента компоненти тензору деформацій мали таке представлення:

$$\begin{aligned}
\varepsilon_{11} &= e_{11}^{(000)} + e_{11}^{(010)} \psi^{(010)} + e_{11}^{(001)} \psi^{(001)} + e_{11}^{(011)} \psi^{(011)}, \\
\varepsilon_{22} &= e_{22}^{(000)} + e_{22}^{(100)} \psi^{(100)} + e_{22}^{(001)} \psi^{(001)} + e_{22}^{(101)} \psi^{(101)}, \\
\varepsilon_{33} &= e_{33}^{(000)} + e_{33}^{(100)} \psi^{(100)} + e_{33}^{(010)} \psi^{(010)} + e_{33}^{(110)} \psi^{(110)}, \\
\varepsilon_{12} &= e_{12}^{(000)} + e_{12}^{(001)} \psi^{(001)}, \\
\varepsilon_{13} &= e_{13}^{(000)} + e_{13}^{(010)} \psi^{(010)}, \\
\varepsilon_{23} &= e_{23}^{(000)} + e_{23}^{(100)} \psi^{(100)}.
\end{aligned} \tag{9}$$

Тут, у свою чергу, коефіцієнти розкладання деформацій представляються через коефіцієнти розкладання переміщень:

$$\begin{aligned}
e_{11}^{(pqr)} &= \sum_{\substack{\mu\nu\eta \\ pqr}} \omega_{k'}^{(\mu+1\nu\eta)} f_{(p+1-\mu q-vr-\eta)}^{k'}; \\
e_{22}^{(pqr)} &= \sum_{\substack{\mu\nu\eta \\ pqr}} \omega_{k'}^{(\mu\nu+1\eta)} f_{(p-\mu q+1-vr-\eta)}^{k'}; \\
e_{33}^{(pqr)} &= \sum_{\substack{\mu\nu\eta \\ pqr}} \omega_{k'}^{(\mu\nu\eta+1)} f_{(p+1-\mu q-vr-\eta)}^{k'}; \\
e_{12}^{(pqr)} &= \frac{1}{2} \sum_{\substack{\mu\nu\eta \\ pqr}} \left(\omega_{k'}^{(\mu\nu+1\eta)} f_{(p-\mu+1p-vr-\eta)}^{k'} + \omega_{k'}^{(\mu+1\nu\eta)} f_{(p-\mu q-v+1r-\eta)}^{k'} \right); \\
e_{13}^{(pqr)} &= \frac{1}{2} \sum_{\substack{\mu\nu\eta \\ pqr}} \left(\omega_{k'}^{(\mu\nu\eta+1)} f_{(p-\mu+1q-vr-\eta)}^{k'} + \omega_{k'}^{(\mu+1\nu\eta)} f_{(p-\mu q-vr-\eta+1)}^{k'} \right); \\
e_{23}^{(pqr)} &= \frac{1}{2} \sum_{\substack{\mu\nu\eta \\ pqr}} \left(\omega_{k'}^{(\mu\nu\eta+1)} f_{(p-\mu q-v+1r-\eta)}^{k'} + \omega_{k'}^{(\mu\nu+1\eta)} f_{(p-\mu q-vr-\eta+1)}^{k'} \right),
\end{aligned} \tag{10}$$

де

$$f_{(\mu\nu\eta)}^{k'} = \frac{\partial^{\mu+\nu+\eta} z_{k'}}{(\partial x_1)^\mu (\partial x_2)^\nu (\partial x_3)^\eta} \Big|_{x_1 = x_2 = x_3 = 0}. \tag{11}$$

Побудову матриці жорсткості реалізовано у програмному комплексі «МІРЕЛА+» [1], за допомогою якого розв'язано задачу про вдавлювання декількох штампів у багат шарове середовище. Розглядалися дві схеми розташування штампів. У першій (рис. 2а) маємо циліндричний круговий штамп 1, що описується рівнянням $x^2+z^2=0,2^2$, і симетрично відносно нього два циліндричних штампи параболічного перерізу 2, що описуються рівнянням $x=2z^2$. У другій схемі (рис. 2б) маємо симетрично розташовані два штампи у вигляді еліптичних параболідів, що описуються рівнянням $x=y^2/2+z^2$.

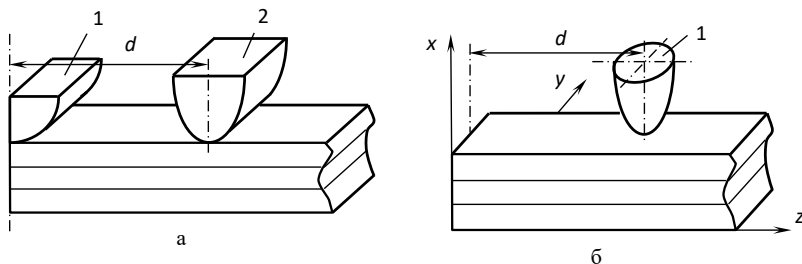


Рис. 2. Схеми розташування штампів

Вихідні данні: ширина середовища – $b = 0,5$ м, товщина кожного з трьох шарів – $0,05$ м, загальна товщина $t = 0,15$ м, довжина нескінченна. Штампі є абсолютно жорсткими. Пружні сталі матеріалу шарів. Матеріалом шарів є волокнистий композит із об'ємною долею волокна f . Пружні сталі матеріалу матриці: коефіцієнт Пуассона $\nu_m = 0,49$, модуль пружності $E_m = 5,28$ МПа. Пружні сталі матеріалу волокна: коефіцієнт Пуассона $\nu_c = 0,3$, модуль пружності $E_c = 1277,5$ МПа.

Відстань між штампамі $d = 0,4$ м. Штампі заглиблюються у середовище на глибину $0,04$ м. Досліджено дві схеми армування волокна. У першій $\alpha = 90^\circ$ для нижнього та верхнього шарів, $\alpha = 0^\circ$ для середнього шару (α – кут між напрямом армування та віссю Oy у площині Oyz). У другій $\alpha = 0^\circ$ для нижнього та верхнього шарів, $\alpha = 90^\circ$ для середнього шару.

Розподіл переміщень у напрямку заглиблення циліндричних штампів для другої схеми армування із об'ємною долею волокна $f = 0,2$ та ефективними пружними сталими на основі теорії Ваніна Г.А. показано на рис. 3.

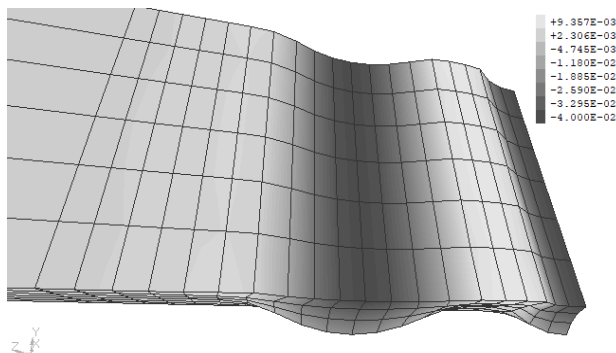


Рис. 3. Розподіл переміщень у напрямку заглиблення циліндричних штампів

На рисунках 4 та 6 для циліндричних та параболічних штампів відповідно представлено залежності максимальної деформації бокової поверхні полоси від об'ємної долі волокна f . У наведених результатах дані, отримані на основі визначення ефективних пружних характеристик за правилом сумішей [3], значно відрізняються від даних, отриманих на основі теорій Ваніна Г. А. [5] та Аболіньша Д. С. [4]. Це пояснюється досить спрощеними підходами при отриманні цього правила, особливо при визначенні поперечних характеристик.

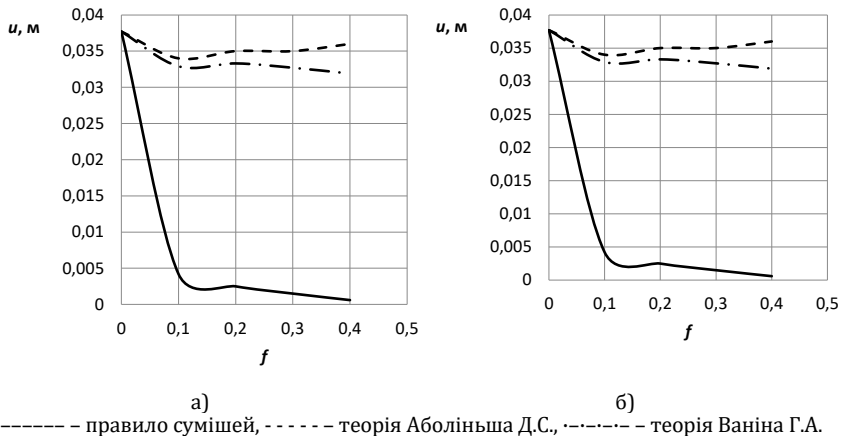


Рис. 4. Максимальне випинання бокової поверхні середовища при дії циліндричних штампів для першої (а) та другої (б) схеми армування

На рисунках 5 та 7 для циліндричних та параболічних штампів відповідно, представлено залежності максимальних стискаючих напружень від об'ємної долі волокна f . Для теорії Ваніна Г.А. та Аболіньша Д.С. із зростанням f значення напружень зростають тому, що більш жорстке волокно підвищує жорсткість конструкції в цілому. Правило сумішей, як зазначалося, є досить неточним і значення напружень змінюються незначним чином. При другій схемі армування величини максимальних напружень дещо менші ніж при першій (на 8 - 10 %).

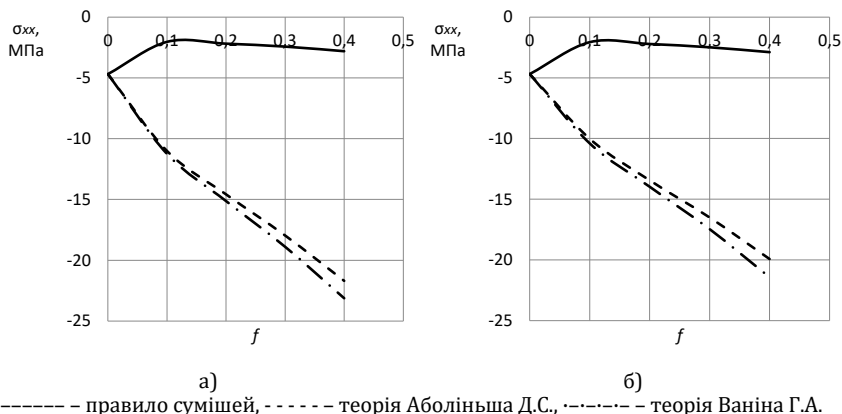


Рис. 5. Максимальні стискаючі напруження σ_{xx} при дії циліндричних штампів для першої (а) та другої (б) схеми армування

Таким чином, за допомогою спеціальних скінченних елементів відповідно до моментної схеми для композиційних матеріалів отримано напружено-деформований стан тришарової полоси під дією системи штампів циліндричної та параболоїдної форми.

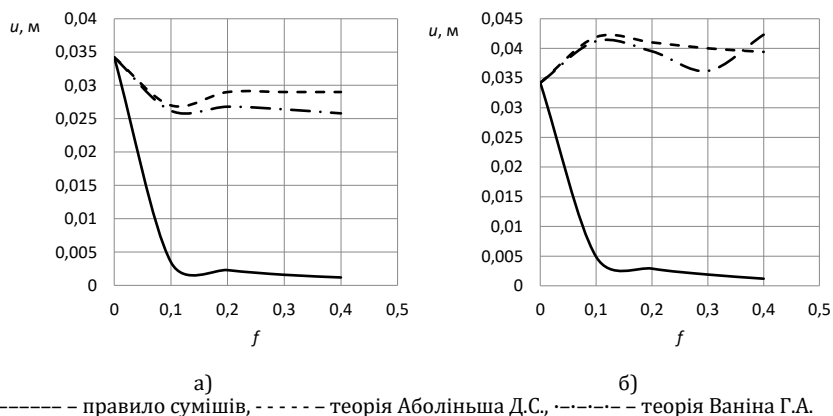
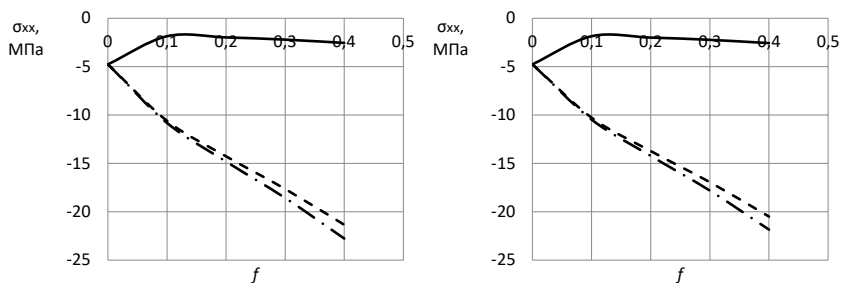


Рис. 6. Максимальне випинання бокової поверхні середовища при дії циліндричних штампів для першої (а) та другої (б) схеми армування



а) б)
 ----- – правило сумішей, - - - - - теорія Аболінського Д.С., - · - · - · - теорія Ваніна Г.А.

Рис. 7. Максимальні стискаючі напруження σ_{xx} при дії циліндричних штампів для першої (а) та другої (б) схем армування

ЛІТЕРАТУРА

1. 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.
2. Амбарцумян С. А. Общая теория анизотропных оболочек. Москва: Наука, 1974. 448 с.
3. Композиционные материалы: Справочник / Под ред. Д. М. Карпиноса. Київ: Наук. думка, 1985. 592 с.
4. Аболінський Д. С. Тензор податливості однонаправлено армованого упругого матеріалу. *Механіка полимерів*. 1965. №4. С. 52–59.
5. Ван Фо Фы Г.А. Упругие постоянные и напряженное состояние стеклолен-ты. *Механика полимеров*. 1966. №4. С. 593–602.
6. Метод конечных элементов в вычислительном комплексе «МІРЕЛА+» / Киричевский В.В., Дохняк Б.М., Козуб Ю.Г., Гоменюк С.И., Киричевский Р.В., Гребенюк С.Н. Київ: Наук. думка, 2005. 416 с.

УДК 519

ДІАГРАМИ ВОРОНОГО У СТВОРЕННІ ОБ'ЄКТІВ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА

¹Маркова С. О., учениця; ¹Горобець І. В спеціаліст вищої категорії, вчитель-методист; ²Зіновеев І. В., канд. фіз.-мат. наук, доцент
¹Запорізький багатoproфільний ліцей «Перспектива»
²Запорізький національний університет

Темою роботи є використання діаграм Вороного у створенні моделей малих архітектурних споруд та елементів благоустрою міського середовища.

Діаграма Вороного (названа на честь укр. математика Г. Ф. Вороного) – це особливий вид розбиття простору, що визначається відстанями до заданої дискретної множини ізольованих точок цього простору.

У найпростішому випадку, ми маємо множину точок (вершини діаграми) площини S . Кожній вершині S належить комірка Вороного $V(s)$, утворена з усіх точок ближчих до S , ніж до будь-якої іншої вершини.

Існують різні способи побудови діаграми Вороного, наприклад, алгоритми побудови шляхом перетину півплощин, рекурсивний, алгоритм Форчуна.

Алгоритм Форчуна заснований на застосуванні замітаючої прямої. На кожному кроці діаграма будується для множини, що складається з замітаючої прямої та точок ліворуч від неї. Пряма рухається зліва направо. Щоразу, при проходженні через чергову точку, вона додається до вже побудованої діаграми.

Метою роботи було створення за допомогою діаграм Вороного моделі об'єкта міського середовища – навісу для захисту від сонця, негоди.

Модель була створена засобами програм «Rhinoсeros 3D» та «Grasshopper» у декілька етапів. На першому етапі створюється множина точок плоского многокутника та алгоритмом Форчуна будується діаграма Вороного (рис.1). На другому етапі проводиться трансформація многокутника, вбудова його у конструкцію, що розробляється та робиться прив'язка до ландшафту (рис.2).

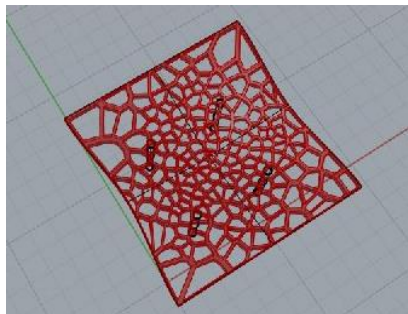


Рис. 1



Рис. 2

ЛІТЕРАТУРА

1. URL: uk.wikipedia.org/wiki/Діаграма_Вороного. <https://habr.com/ru/post/309252/#Part2>

УДК 539.371

МЕТОД ФУНКЦІЇ ГРІНА ДЛЯ ЗВИЧАЙНОГО ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО РІВНЯННЯ ДРУГОГО ПОРЯДКУ

Петрущенко В. В., студентка; Левчук С. А., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Запорізький національний університет

Розглянемо рівняння вимушених коливань

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} + h \frac{dy}{dt} + ky = f(t), \quad (1)$$

де y – відхилення точки від положення рівноваги, m – її маса,
 h – коефіцієнт тертя (вважається, що сила тертя пропорційна швидкості), k – коефіцієнт пружності відновлючої сили (ця сила приймається пропорційною відхиленню), $f(t)$ – зовнішня сила.

З курсу диференціальних рівнянь відомо, що загальний розв'язок рівняння (1) має вигляд

$$y = Y(t) + C_1 y_1(t) + C_2 y_2(t),$$

де $Y(t)$ – деякий його частинний розв'язок, а $C_1 y_1(t) + C_2 y_2(t)$ – загальний розв'язок відповідного однорідного рівняння.

Частинний розв'язок рівняння (1) можна також побудувати за допомогою функції Гріна. Розглянемо спочатку найпростіший випадок, коли $h = k = 0$, тобто коли рівняння (1) має вигляд

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} = f(t). \quad (2)$$

Знайдемо розв'язок, що задовольняє нульовим початковим умовам:

$$y|_{t=t_0} = 0, \quad v = \frac{dy}{dt} \Big|_{t=t_0} = 0. \quad (3)$$

На підставі загальної методики можна побудувати функцію Гріна, розв'язавши рівняння

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} = \delta(t - \tau), \quad (4)$$

при будь-якому зафіксованому τ і початкових умовах (3). Будемо вважати для визначеності, що $\tau > t_0$. Тоді в проміжку від t_0 до τ права частина рівняння (4) дорівнює нулю, а тому при нульових умовах (3) і розв'язок дорівнює нулю.

Дійсно,

$$\begin{aligned} m \frac{d^2 y}{dt^2} = 0 & \Rightarrow \frac{d^2 y}{dt^2} = 0 \Rightarrow y = C_1 t + C_2, \\ y(t_0) = 0, \quad \frac{dy}{dt} \Big|_{t=t_0} = 0 & \Rightarrow \begin{cases} C_1 t_0 + C_2 = 0 \\ C_1 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} C_2 = 0 \\ C_1 = 0 \end{cases} \Rightarrow y \equiv 0. \end{aligned}$$

Проінтегрувавши рівняння (4) у межах від $\tau - 0$ до $\tau + 0$, одержимо

$$\begin{aligned} \int_{\tau-0}^{\tau+0} m \frac{d^2 y}{dt^2} dt &= \int_{\tau-0}^{\tau+0} \delta(t - \tau) dt \Rightarrow m \frac{dy}{dt} \Big|_{\tau-0}^{\tau+0} = 1 \Rightarrow \\ &\Rightarrow m \left(\frac{dy}{dt} \Big|_{\tau+0} - \frac{dy}{dt} \Big|_{\tau-0} \right) = 1. \end{aligned}$$

Але згідно тільки що доведеного $\frac{dy}{dt} \Big|_{\tau-0} = 0$, звідси

$$\left. \frac{dy}{dt} \right|_{\tau+0} = \frac{1}{m}. \quad (5)$$

Ми бачимо, що при $t = \tau$ похідна $\frac{dy}{dt}$ має скінчений розрив (скінчений стрибок), тому сама функція $y(t)$ при $t = \tau$ розриву не має, тобто

$$y|_{\tau+0} = y|_{\tau-0} = 0. \quad (6)$$

Проте при $t > \tau$ рівняння (4) має вигляд

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} = 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{d^2 y}{dt^2} = 0$$

і нам потрібно знайти розв'язок цього рівняння при початкових умовах (5) і (6):

$$\left. \begin{aligned} y &= C_1 t + C_2 \\ y|_{t=\tau} &= 0 \\ \left. \frac{dy}{dt} \right|_{t=\tau} &= \frac{1}{m} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{cases} C_1 \tau + C_2 = 0 \\ C_1 = \frac{1}{m} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} C_1 = \frac{1}{m} \\ C_2 = -\frac{\tau}{m} \end{cases}.$$

Тоді

$$y = \frac{1}{m} t - \frac{\tau}{m} = \frac{1}{m} (t - \tau).$$

Отже, ми одержали функцію Гріна для розглянутої задачі

$$G(t, \tau) = \begin{cases} 0, & t_0 < t < \tau, \\ \frac{1}{m} (t - \tau), & \tau < t < \infty. \end{cases} \quad (7)$$

Остаточно одержуємо шуканий частинний розв'язок рівняння (2) при початкових умовах (3):

$$\begin{aligned} Y(t) &= \int_{t_0}^{+\infty} G(t, \tau) f(\tau) d\tau = \int_{t_0}^t G(t, \tau) f(\tau) d\tau + \int_t^{\infty} G(t, \tau) d\tau = \\ &= \frac{1}{m} \int_{t_0}^t (t - \tau) f(\tau) d\tau. \end{aligned}$$

Тобто

$$Y(t) = \frac{1}{m} \int_{t_0}^t (t - \tau) f(\tau) d\tau. \quad (8)$$

ЛІТЕРАТУРА

1. Араманович И. Г., Левин В. И. Уравнения математической физики. Москва: Наука, 1969. 288 с.
2. Зельдович Я. Б., Мышкис А. Д. Элементы прикладной математики. Москва: Наука, 1972. 354 с.

**АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ВИЯВЛЕННЯ ТА УСУНЕННЯ
АНОМАЛЬНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ У ЧАСОВИХ РЯДАХ**

Петрущенко В. В., студентка;

Леонтьєва В. В., канд. фіз.-мат. наук, доцент;

Кондрат'єва Н. О., канд. фіз.-мат. наук, доцент

Запорізький національний університет

При дослідженні часових рядів – послідовностей впорядкованих у часі числових показників, що характеризують рівні стану та змін досліджуваного об'єкта (систем, процесів, явищ) довільної фізичної природи, досить часто виникає задача виявлення аномальних значень рівнів (спостережень) часових рядів [1-3]. Важливість проведення такого дослідження обумовлена тим, що наявність аномальних спостережень означає, що окремі значення рівнів часового ряду не відповідають потенційним можливостям досліджуваного об'єкта та, залишаючись в якості рівнів ряду (спостережень), чинять істотний вплив на значення основних характеристик часового ряду та можуть призвести до помилкових результатів та висновків. Такі дослідження є актуальними при аналізі будь-яких статистичних даних, які дозволяють проводити свій опис за допомогою часових рядів. Тому, не втрачаючи спільності, але для більш детального розкриття сутності здійснюваних досліджень, аналіз часових рядів на наявність аномальності окремо взятих їх спостережень в роботі проводиться на основі виробничих процесів [1], при дослідженні основних характеристик та показників яких найчастіше використовуються щорічні, щоквартальні, щомісячні, щоденні і т. ін. дані. Наприклад, в якості аналізовуваних у зазначеному сенсі даних можуть бути взятими річні дані за ВВП, ВВП, за обсягом чистого експорту, інфляції тощо, місячні дані за обсягом продажу продукції, щоденні обсяги випуску будь-якого підприємства (господарюючого суб'єкта). У більшості випадків, для одержання раціональних даних та їх аналізу, стає досить необхідним систематизувати моменти, що відповідають одержанню відповідних статистичних даних. У такій ситуації корисним виявляється математичний апарат теорії часових рядів, із використанням якого проводиться упорядкування наявних даних за часом їх одержання та побудова часових рядів, які за своєю сутністю і є інформаційною базою для аналізу як виробничих, так і соціальних, економічних та ін. процесів, оскільки основною особливістю часових рядів є властивість їх відображення рядів динаміки, впорядкованих за часом, або сукупності спостережень вимірюваної величини в різні моменти часу.

Перш ніж перейти до предмету зазначених досліджень, встановимо одну з основних особливостей застосування часових рядів та їх аналізу: під час аналізу часових рядів не рекомендується використовувати властивості, правила та методи статистичного аналізу випадкових вибірових спостережень, оскільки це може призвести до порушення умови незалежності між спостереженнями, що в свою чергу стане причиною виникнення негативних результатів застосування

зазначених методів. Натомість, перед побудовою прогнозу за заданим часовим рядом рекомендується проведення його попереднього аналізу [1, 2, 4]. Ця процедура має на меті виявлення та усунення аномальних значень рівнів ряду, а також визначення наявності тенденції у вихідному часовому ряді. Саме цей процес у даній роботі і пропонується автоматизувати. Необхідність автоматизації у даному випадку обумовлена тим, що процес виявлення та усунення аномальних значень рівнів ряду характеризується значною кількістю ітераційних процедур, виконання сукупності яких являє собою досить трудомісткий процес, який в більшості випадків призводить до зниження швидкості та ефективності обробки й аналізу вхідної інформації. В якості інструмента здійснення можливого покращення умов та результатів обробки впорядкованих у часі послідовностей основних характеристик та показників об'єкта дослідження та даній роботі, таким чином, пропонується розробка спеціалізованої програми, яка призначена для збору та аналізу емпіричної інформації, реалізації процесу статистичної обробки великих масивів даних вимірювань та знаходить широке застосування у практичній діяльності. Переваги застосування такої програми визначаються, головним чином, незаперечними перевагами комп'ютерної обробки даних, оскільки гарантовані за результатами використання пропонованої програми отримуваних полегшення здійснюваних обчислень, підвищення швидкості й точності розрахунків, можливість швидкого обміну інформацією, скорочення числа ручних операцій, поліпшення умов праці та, як наслідок, підвищення ефективності оброблення даних дозволяють підняти контроль якості, точності й надійності одержуваних результатів аналізу та, таким чином, гарантувати отримання якісних та точних прогнозів, що можуть бути використані в подальшому плануванні ефективного функціонування та розвитку досліджуваного об'єкту або його окремих показників.

З метою розкриття особливостей виконуваного в роботі завдання, розглянемо детально теоретичні засади з реалізації етапу попереднього аналізу часового ряду, на якому проводиться перевірка усіх рівнів ряду на нормальність, а також виявлення та усунення аномальних значень рівнів ряду. Потрібно зауважити, що при проведенні зазначеного аналізу досить зручно поряд із автоматизованим процесом аналізу ряду використовувати й людський фактор, за участю якого можна провести так званий «візуальний» аналіз графічного представлення досліджуваного часового ряду, за яким аномальність рівнів ряду виявляється як несподіваний стрибок (або спад) із подальшим поступовим встановленням попереднього рівня коливань спостережень ряду. Пояснюється виникнення таких стрибків тим, що наявність аномальності спостережень викликає зміщення (викривлення) відповідних оцінок, яке і може призвести до спотворення результатів подальшого аналізу.

Для виявлення аномальних рівнів часових рядів із застосуванням формалізованого підходу використовуються методи, які розраховані для статистичних сукупностей. Одним з найбільш затребуваних на

практиці при проведенні такого дослідження виступає метод (критерій) Ірвіна [1, 5, 6], що ґрунтується на порівнянні сусідніх значень ряду та розрахунку характеристик λ_t , виходячи з використання наступної залежності:

$$\lambda_t = \frac{|y_t - y_{t-1}|}{\sigma_y}, \quad t = 2, 3, \dots, n,$$

де y_t, y_{t-1} – значення рівня ряду відповідно у моменти часу t та

$$t-1; \quad \sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y})^2}{n}} \quad - \quad \text{середньоквадратичне відхилення};$$

$\bar{y} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{t=1}^n y_t$ – середній рівень ряду; n – число рівнів ряду.

Розрахункові значення $\lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n$ порівнюються з табличним значенням критерію Ірвіна λ_α , згідно до наступного правила:

- якщо $\lambda_t < \lambda_\alpha$, то значення рівня ряду y_t вважається нормальним;
- якщо $\lambda_t \geq \lambda_\alpha$, то значення рівня ряду y_t вважається аномальним.

При цьому критичне значення λ_α залежить від обсягу вибірки n та прийнятого рівня значущості $\alpha = 1 - P$, де P – довірча ймовірність. Так, наприклад, при $\alpha = 0,05$, значення λ_α визначається з табл. 1 [1, 4].

Таблиця 1

Значення критерію Ірвіна λ_α при рівні значущості $\alpha = 0,05$

n	2	3	10	20	30	50	100
λ_α	2,8	2,3	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0

У разі відсутності у табл. 1 відповідного обсягу вибірки n та при автоматизованій обробці даних зручно розраховувати з прийнятною точністю критичне значення λ_α за методикою, сформульованою у роботі [7] та застосовуваню при $3 \leq n \leq 1000$ за наступними залежностями (для випадку використання вибіркового середньоквадратичного відхилення при $k = 1$):

- при $\alpha = 0,01$:

$$\lambda_\alpha = -205,06n^{-30} + 424,26n^{-2,5} - 352,483n^{-20} + \\ + 143,747n^{-1,5} - 33,401n^{-1} + 6,381n^{-0,5} + 1,049;$$

- при $\alpha = 0,05$:

$$\lambda_\alpha = -229,21n^{-30} + 422,39n^{-2,5} - 320,96n^{-20} + \\ + 124,594n^{-1,5} - 26,15n^{-1} + 4,799n^{-0,5} + 0,7029;$$

- при $\alpha = 0,1$:

$$\lambda_{\alpha} = -132,78n^{-30} + 224,22n^{-2,5} - 165,27n^{-20} + \\ + 68,614n^{-1,5} - 16,109n^{-1} + 3,693n^{-0,5} + 0,549.$$

В подальшому виявлені аномальні спостереження аналізуються на причину їх виникнення: якщо встановлюється, що вони викликані помилками першого роду (помилками технічного прогресу), то вони можуть бути усунені декількома способами. У даній роботі застосовується ітераційний метод коригування аномальних рівнів ряду за наступною схемою реалізації [1]:

- а) розраховується нове значення рівня ряду:

$$y_t^{(1)} = \lambda_{\alpha} \sigma_y + y_{t-1}, \quad t = 1, n$$

де $y_t^{(1)}$ – нове (скориговане) значення рівня ряду, у якому верхній індекс вказує номер ітерації коригування;

- б) виявлене аномальне значення y_t у вихідному ряді замінюється на нове значення $y_t^{(1)}$;

- в) визначаються характеристики $\bar{y}^{(1)}$ та $\sigma_y^{(1)}$ нового ряду;

- г) проводиться перевірка рівнів отриманого ряду на аномальність:

1) якщо скориговане значення $y_t^{(1)}$ в отриманому ряді буде нормальним, то воно займе місце відповідного y_t в вихідному ряді та процес коригування буде вважатися завершеним;

2) якщо ж в отриманому ряді будуть виявлені аномальні значення рівнів, то рекомендується повторити процедуру коригування виявлених аномальних рівнів часового ряду, тобто розраховувати нові значення $y_t^{(2)} = \lambda_{\alpha} \sigma_y^{(1)} + y_{t-1}^{(1)}$ й перевірити отриманий ряд на аномальність рівнів;

д) ітераційний процес повторюється до тих пір, поки в часовому ряді не залишиться жодного аномального спостереження, тобто доки обчислювальні λ_t -характеристики не будуть перевищувати критичне λ_{α} .

Для покращення даних, отриманих на цьому етапі дослідження часових рядів, та спрощення обчислювань, здійснюваних в процесі аналізу, було розроблено консольний додаток на мові програмування Python [8], який дозволяє позбавитись аномальних значень та отримати відкориговані рівні заданого ряду за допомогою методу Ірвіна. При цьому, на відміну від стандартного методу Ірвіна, в даному додатку вводиться окрема модифікація: до уваги беруться не тільки ті значення, які вважаються аномальними за їхніми λ_t -характеристиками, а також ті значення, які користувач (дослідник) вважає аномальними після проведення візуального аналізу ряду. Тобто в даному підході використано об'єднання формалізованого та візуального способів аналізу досліджуваного ряду спостережень.

Лістинг зазначеної програми наведемо нижче.


```

#Середньоквадратичне відхилення
def sigma (mas, yt):
    m = sum(list(map(lambda x: (x - yt) ** 2, mas)))
    return (m / len(mas)) ** (1 / 2)

#Середній рівень ряду
def ygrek (mas):
    return sum(mas) * (1 / len(mas))

#Розрахунок характеристики лямбда
def lyamda(mas, s):
    l = [0] * len(mas)
    for i in range(1, len(mas)):
        l[i] = abs(mas[i] - mas[i - 1]) / s
    return l

#Перерахунок аномального значення
def y_iter(l, s, yp):
    return l * s + yp

#Перевірка на аномальність ряду з характеристиками лямда
def proof(mas, t0):
    for i in range (0, len(mas)):
        if mas[i] > t0:
            print (" Індекс елементу з аномальним значенням: ", i+1)

#Функція для виконання ітерацій
def iter(y, k, l0):
    global yt, s, l
    yt = ygrek(y)
    s = sigma(y, yt)
    l = lyamda(y, s)
    y[k] = y_iter(l0, s, y[k - 1])
    return y[k]

file = open("data.txt")
line = file.readline()
y = [float(i) for i in line.split()]
n = len(y)
yt = ygrek(y)
s = sigma(y, yt)
l = lyamda(y, s)
l0 = 1.2 #Значення лямда[альфа] з таблиці значень критерію Ірвіна

#Перевірка рівнів ряду на аномальність
anom = [] #Масив для зберігання індексів аномальних рівнів ряду
for i in range(0, len(l)):
    if l[i] > l0:
        anom.append(i)
print("Аномальні значення: ")
for i in range(0, len(anom)):

```

```

    print(anom[i] + 1, end=' ')
print(end='\n')
print ("Якщо в ряду є інші аномальні значення, введіть їх кількість
")
print ("Якщо таких значень немає, введіть 0 ")
a = int(input())
if a > 0:
    for i in range(0, a):
        print("Введіть індекс аномального значення: ")
        anom.append(int(input()) - 1)
i = 1 #лічильник ітерацій
while i < 100:
    for k in anom:
        y[k] = iter(y, k, l0)
        i += 1
print("Нові значення лямбда-характеристик: lyamda = ", l)
for j in range(0, len(anom)):
    print ("Нове значення y[" , anom[j] + 1, "] = ", y[anom[j]])

```

Для тестування розробленого додатку наведемо приклад роботи програми при заданому часовому ряді.

Нехай часовий ряд являє собою послідовність впорядкованих у часі t наступних даних:

$$y_t = [1.0, 1.5, 2.2, 1.7, 1.3, 2.0, 2.7, 2.2, 1.7, 2.4, 3.1, 2.9, 2.6, 1.9, 2.8, 3.7, 3.2, 3.1, 3.4, 3.9, 3.1, 2.2, 2.8, 3.3, 2.9, 2.1, 13.7, 11.4].$$

Зобразимо заданий вихідний часовий ряд y_t графічно на рис. 1.

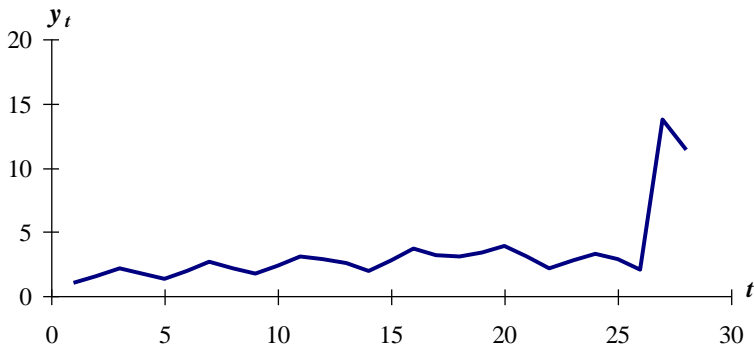


Рис. 1. Графічне представлення вихідного часового ряду y_t , $t = \overline{1, 28}$

З рис. 1 можна помітити, що останні два рівні ряду скоріш за все є аномальними, оскільки їх значення істотно виходять за загальний рівень коливання ряду.

Для проведення детального аналізу аномальності спостережень застосуємо розроблений додаток до заданого ряду y_t та проведемо за ним процедуру виявлення та усунення аномальних спостережень. Тоді отримаємо наступний результат (рис. 2).

```

Аномальні значення:
27
Якщо в ряду є інші аномальні значення, введіть їх кількість
(якщо таких значень немає, введіть 0)
1
Введіть індекс аномального значення:
28
Нові значення лямбда-характеристик: lyamda = [0, 0.6613927935499545,
0.9259499109699366, 0.6613927935499548, 0.5291142348399636,
0.9259499109699363, 0.9259499109699366, 0.66139279:

```

**Рис. 2. Результат роботи програми для заданого прикладу.
Проміжні обчислення**

На скриншоті, представленому на рис. 2, можна помітити, що програма визначила перше аномальне значення самостійно, друге аномальне значення вводить користувач (оскільки характеристика λ для цих сусідніх аномальних значень знаходиться у межах норми).

Далі виводиться новий ряд характеристик λ :

```

lyamda = [0, 0.6613927935499545, 0.9259499109699366,
0.6613927935499548, 0.5291142348399636, 0.9259499109699363,
0.9259499109699366, 0.6613927935499545, 0.6613927935499548,
0.9259499109699363, 0.9259499109699366, 0.26455711741998206,
0.3968356761299725, 0.9259499109699366, 1.1905070283899182,
1.1905070283899186, 0.6613927935499545, 0.13227855870999103,
0.3968356761299725, 0.6613927935499545, 1.0582284696799271,
1.1905070283899182, 0.793671352259945, 0.6613927935499545,
0.5291142348399636, 1.0582284696799271, 1.2, 1.2].

```

За отриманим рядом можна побачити, що останні два значення не перевищують табличне значення λ_α з таблиці Ірвіна (табл. 1), а, отже, можна зробити висновок про те, що в отриманому ряді аномальні спостереження є відсутніми, що в свою чергу означає, що отриманий часовий ряд може бути використаний у подальших дослідженнях.

Таким чином, використовуючи розроблений додаток, було отримано перерахунок аномальних значень вихідного ряду у наступному вигляді (рис. 3).

```
Нове значення у[ 27 ]= 3.0071765006382436
Нове значення у[ 28 ]= 3.914353001276487
|
Process finished with exit code 0
```

**Рис. 3. Результат роботи програми для заданого прикладу.
Кінцеві дані**

Потрібно зауважити, що кількість передбачених (за умовчанням) у додатку здійснюваних ітерацій коригування аномальних рівнів ряду складає 100 ітерацій, але це число можна змінювати, якщо користувач бажає отримати більш точний результат.

Отже, розроблений програмний продукт, побудований за наведеним алгоритмом, дозволяє уніфікувати процес коригування даних часового ряду для подальшого аналізу, підвищити ефективність оброблення значень та може бути застосований як при проведенні наукових досліджень, так і в навчальному процесі. Використовуваний при цьому у пропонованому додатку метод Ірвіна у порівнянні з іншими методами дає більш точні результати, але за наявності відносно великої кількості аномальних рівнів ряду, які зустрічаються підряд, можливий варіант, що метод буде необхідно застосовувати декілька разів для повного усунення аномальності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Леонтьева В. В., Кондрат'єва Н. О. Математичне моделювання виробничих процесів: навчально-методичний посібник для студентів денного відділення математичного факультету напряму підготовки «Прикладна математика» освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр». Запоріжжя: ЗНУ, 2011. 120 с.
2. Лук'яненко І. Г., Жук В. М. Аналіз часових рядів. Частина перша: Побудова ARIMA, ARCH/GARCH моделей з використанням пакета EViews 6.0. Практичний посібник для роботи в комп'ютерному класі. Київ: НаУКМА ; Аграр Медіа Груп, 2013. 187 с.
3. Васильєва Л. В., Кльованик О. А. Регресійні моделі та аналіз часових рядів: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Краматорськ: ДДМА, 2010. 176 с.
4. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженерных и научных работников. Москва: Физматлит, 2006. 816 с.
5. Горелова В. Л., Мельникова Е. Н. Основы прогнозирования систем. Москва: Высшая школа, 1986. 286 с.
6. Дуброва Т. А. Статистические методы прогнозирования: Учебн. пособие для вузов. Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. 206 с.
7. Заляжных В. В. Статистическая обработка результатов испытаний (измерений). URL: <http://arhiuch.ru/lab6.html>. – Назва з екрана.
8. Lutz M. Learning Python. – 4th edition. – O'Reilly Media, Inc., 2009. 1280 p.

НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ЕЛАСТОМЕРНОЇ ТРИШАРОВОЇ ПОЛОСИ ПРИ ДІЇ СИСТЕМИ ШТАМПІВ

Полос С. С., студент; Манько Н. І.-В., ст. викладач
Запорізький національний університет

Розглянемо напружено-деформований стан тришарової нескінченної полоси із слабкостисливих матеріалів під дією системи штампів. Два штампи однакової геометричної конфігурації розташовані вздовж полоси так, щоб початковий контакт був на верхній поверхні строго посередині ширини полоси. Для врахування фізичних (слабка стисливість) та геометричних (нескінченна довжина) особливостей полоси скористаємося спеціальними скінченними елементами (СЕ): паралелепіпедним СЕ [1] та нескінченим СЕ [2] на основі моментної схеми для слабкостисливих матеріалів.

Вихідні данні: ширина середовища – $b=0,5$ м, товщина кожного з трьох шарів – $0,05$ м, загальна товщина $t=0,15$ м, довжина нескінченна. Штампи є абсолютно жорсткими. Пружні сталі матеріалу шарів. Матеріалом шарів є різні марки гуми. Коефіцієнт Пуассона для усіх шарів однаковий і дорівнює $\nu=0,49$. Модулі зсуву для шарів такі: для нижнього та верхнього $G=0,78$ МПа, для середнього – $G=2,8$ МПа. Відстань між штампами $d=0,8$ м. Штампи заглиблюються у середовище на глибину δ від $0,01$ до $0,04$ м. За формою штампи є еліптичними параболоїдами. Розраховано два випадки конфігурації штампів: 1 – коли профіль штампа описується рівнянням $x=y^2/2+z^2/2$, 2 – коли $x=y^2+z^2/2$ (x – координата по товщині середовища, y – по ширині, z – по довжині).

За допомогою програмного комплексу «МІРЕЛА+» [1] визначено напружено-деформований стан тришарового середовища. Розподіл напружень σ_{xx} для першого (а) та другого випадку (б) показано на рис. 1.

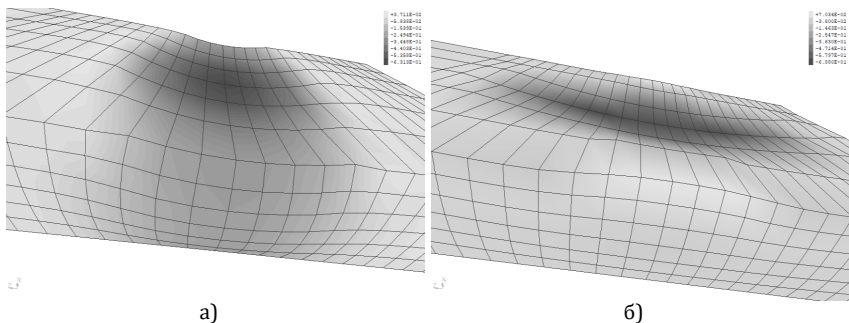


Рис. 1. Розподіл напружень σ_{xx}

На рис. 2 представлено максимальну деформацію бокової поверхні полоси в залежності від величини заглиблення штампів. Ця залежність близька до лінійної, при цьому у першому випадку величина

З приводу залежності максимальних стискаючих напружень (рис. 3) від глибини заглиблення штампів, то вона теж близька до лінійної і зростає при збільшенні величини заглиблення штампів. Різниця між значеннями цих напружень для першого та другого випадків є не дуже значною і не перевищує 8 %.

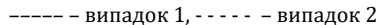


Рис. 2. Випирання бокової поверхні u

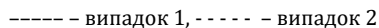


Рис. 3. Максимальні значення стискаючих напружень σ_{xx}

110

напружено-деформований стан еластомерної тришарової полоси під дією системи двох штампів у вигляді еліптичних параболідів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Метод конечных элементов в вычислительном комплексе «МИРЕЛА+» / Киричевский В. В., Дохняк Б. М., Козуб Ю. Г., Гоменюк С. И., Киричевский Р. В., Гребенюк С. Н. Київ: Наук. думка, 2005. 416 с.

2. Чопоров С. В., Манько Н. І.-В., Спиця О. Г., Гребенюк С. М. Матриця жорсткості «напівнескінченного» скінченного елементу для слабкостисливого матеріалу на основі моментної схеми. *Вісник Запорізького національного університету. Фізико-математичні науки*. 2019. № 1. С. 98–106.

УДК 539.371

МЕТОД ПОБУДОВИ ФУНКЦІЇ ГРІНА ЛІНІЙНОГО НЕОДНОРІДНОГО РІВНЯННЯ

*Проценко В. О., студентка; Левчук С. А., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Запорізький національний університет*

Як відомо, лінійне неоднорідне рівняння першого порядку має вигляд:

$$\frac{dy}{dx} = f(x)y + g(x). \quad (1)$$

Будемо шукати той розв'язок рівняння (1), що обертається на нуль при деякому значенні $x = x_0$. При зафіксованій функції $f(x)$ цей розв'язок $y(x)$ визначається вибором функції $g(x)$, тобто $g(x)$ можна тлумачити як деякий зовнішній вплив, а $y(x)$ – як його результат.

Тоді розв'язок рівняння (1) можна одержати за допомогою побудови відповідної функції Гріна $G(x, \xi)$, що є розв'язком рівняння:

$$\frac{dy}{dx} = f(x)y + \delta(x - \xi), \quad (2)$$

при будь-якому фіксованому ξ . Будемо вважати, що $\xi > x_0$; тоді при $x_0 < x < \xi$ рівняння (2) перетворюється в однорідне, і його

$$\int_x^x f(x)dx$$

розв'язок може мати вигляд $y = Cy_1(x)$, де $y_1(x) = e^a$, але оскільки відшукується розв'язок, для котрого $y(x_0) = 0$, то $C = 0$, тобто $y(x) \equiv 0$. Якщо далі проінтегрувати рівняння (2) від $x = \xi - 0$ до $x = \xi + 0$, то ми одержимо

$$y(\xi + 0) - y(\xi - 0) = \int_{\xi-0}^{\xi+0} f(x)y dx + \int_{\xi-0}^{\xi+0} \delta(x - \xi) dx = 0 + 1 = 1$$

(оскільки розв'язок y залишається скінченним, то інтеграл від першого доданку в правій частині (2) по нескінченно малому проміжку нескінченно малий і їм можна знехтувати).

Але відповідно до тільки що доведеного $y(\xi - 0) = 0$. Звідси

$$y(\xi + 0) = 1. \quad (3)$$

Проте при $x > \xi$ рівняння (2) також перетворюється в однорідне і тому маємо розв'язок, наведений вище. Умова (3) дає

$$1 = Cy_1(\xi), \quad \text{тобто } C = \frac{1}{y_1(\xi)} \text{ і } y = \frac{1}{y_1(\xi)} y_1(x).$$

Отже, у даній задачі функція Гріна має вигляд

$$G(x, \xi) = \begin{cases} 0, & x_0 < x < \xi \\ \frac{y_1(x)}{y_1(\xi)}, & x > \xi \end{cases}.$$

Тепер можна написати шуканий розв'язок рівняння (1) при будь-якій функції $g(x)$ на основі відповідним чином перетвореної загальної формули.

$$\begin{aligned} y(x) &= \int_{x_0}^{\infty} G(x, \xi) g(\xi) d\xi = \int_{x_0}^x G(x, \xi) g(\xi) d\xi + \\ &+ \int_x^{\infty} G(x, \xi) g(\xi) d\xi = \int_{x_0}^x \frac{y_1(x)}{y_1(\xi)} g(\xi) d\xi, \end{aligned} \quad (4)$$

де функція $y_1(x)$ наведена вище.

Аналогічно можна перевірити, що та ж остаточна формула (4) справедлива і при $\xi < x_0$.

Формула (4) дає частинний розв'язок рівняння (1) – саме той, що при $x = x_0$ обертається на нуль.

ЛІТЕРАТУРА

1. Араманич И. Г., Левин В. И. Уравнения математической физики. Москва: Наука, 1969. 288 с.
2. Зельдович Я. Б., Мышкис А. Д. Элементы прикладной математики. Москва: Наука, 1972. 354 с.

УДК 51(075.8)

РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРОБЛЕМИ СКЛАДНОСТІ В ЗАДАЧАХ ІНДУКТИВНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ

*Проценко В. О., студентка;
Кондрат'єва Н. О., канд. фіз.-мат. наук, доцент;
Леонтьєва В. В., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Запорізький національний університет*

Для побудови математичних моделей, що відображають ті закономірності функціонування модельованих складних об'єктів і систем, які неявно містяться в емпіричних даних, використовують принцип індуктивного моделювання. Задачі, що виникають при індуктивному моделюванні систем, на практиці найчастіше є нерозв'язуваними або важко розв'язуваними у зв'язку із великою складністю, пов'язаною,

в першу чергу, з обчислювальною складністю, яка має місце при визначенні множини оптимальних моделей досліджуваних об'єктів. На рівні первинних даних складність виражається через потужність системи: множини змінних, множини параметрів, множини станів [1-3].

Так, при розв'язанні задач даного класу алгоритмізація та автоматизація процесу визначення множини оптимальних моделей досліджуваних об'єктів за допомогою підходів до спрощення обчислень є актуальною [1-3]. Для одночасного спрощення систем даних і відповідних породжуючих систем використовують два основних методи [1]:

- 1) спрощення за рахунок виключення деяких змінних із відповідної подібної системи;
- 2) спрощення за рахунок визначення класів еквівалентності станів деяких змінних.

Дана робота присвячена алгоритмізації та автоматизації процесу визначення множини оптимальних моделей досліджуваних об'єктів з урахуванням спрощення першого роду, спрямованих на застосування комп'ютерної обробки знаходження балансу між якістю отриманого рішення і складністю чисельної процедури його отримання.

Згідно [1], множина змінних V системи визначеного епістемологічного рівня складається з n змінних і будь-яка підмножина множини V , за винятком пустої множини, представляє змістовне спрощення першого роду. Отже, маємо $2^n - 2$ нетривіальних спрощень першого роду.

Для прикладу візьмемо оцінку роботи пілотів в процесі їх тренування на льотних тренажерах[1]. Розглядаємо чотири характеристики: швидкість, висота над рівнем моря, курс та відстань. В якості вхідних даних виступає матриця даних $[V_{ij}]$, $i = 1, 4, j = 1, 50$ в якій емпіричні дані представлені в стандартній формі, що наведені у вигляді наступної таблиці 1.

Таблиця 1

Матриця вхідних даних

W=	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
v_1	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
v_2	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
v_3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
v_4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Продовження табл. 1

W=	21	22	23	14	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
v_1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
v_2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
v_3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
v_4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3

Продовження табл. 1

[illegible]

Маємо $2^4 - 2 = 14$ нетривіальних спрощень першого роду. Розглянемо деякі з них.

В результаті застосування спрощення першого роду визначені множини оптимальних за двома критеріями (складності та породжуючої нечіткості) математичних моделей об'єкту дослідження отримано: множини спрощених систем даних. Наведемо на рис. 1, 2, 3 відповідно три спрощені системи даних з двома змінними.

Спрощена система:

[illegible]

**Рис.1. Система даних,
спрощена шляхом видалення v_3 та v_4 змінних**

Спрощена система:

[illegible]

**Рис.2. Система даних,
спрощена шляхом видалення v_2 та v_4 змінної**

Спрощена система:

[illegible]

**Рис.3. Система даних,
спрощена шляхом видалення v_1 та v_4 змінної**

Графіки залежності породжуючої нечіткості від складності для кожної з наведених на рис. 1, 2, 3 спрощеної системи даних представлено відповідно на рис. 4, 5, 6.

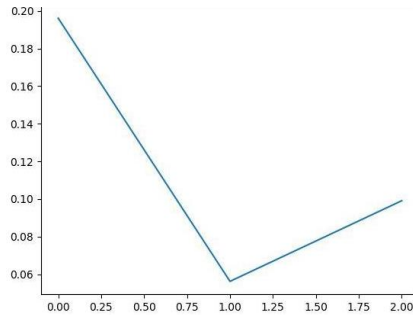


Рис. 4. Графік залежності породжуючої нечіткості від складності для спрощеної системи, наведеної на рис. 1

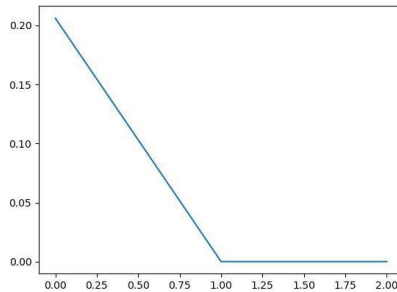


Рис.5. Графік залежності породжуючої нечіткості від складності для спрощеної системи, наведеної на рис. 2

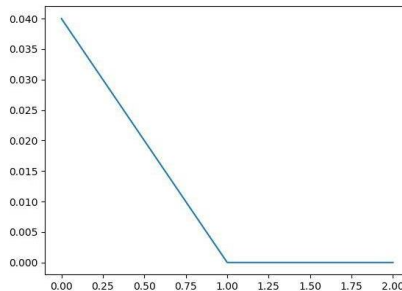


Рис. 6. Графік залежності породжуючої нечіткості від складності для спрощеної системи, наведеної на рис. 3

Для розв'язання даної проблеми було вирішено обрати мову програмування РНР версії 5.6, яка хоч і не є найновішою, але вона є найбільш стабільною серед інших версій. Розгортка програмного коду

відбулась на хостингу, який підтримує виконання цієї мови програмування.

Вибір цієї платформи був зумовлений зручністю написання, завдяки відсутності строгої типізації змінних у самій мові програмування, а також кросплатформеністю, яка дозволяє виконати код програми на будь-якому пристрої без завантаження та компіляції. Єдиною умовою запуску програми є наявність браузеру з виходом до мережі Інтернет.

Даний продукт дозволяє за допомогою GET-запиту обирати змінну для спрощення, а потім завдяки лише одній функції виконує всі математичне обчислення.

Програма може працювати з теоретично-нескінченною кількістю даних, які окремо завантажуються з файлу.

Лістинг зазначеної програми наведено нижче:

```
<?php
    echo '<center>';
    echo '<BR>';
    echo '<meta charset="utf-8"/>';
    echo '<link href="default.css" rel="stylesheet" type="text/css" />';
    $filter = $_GET['del'];
    if(isset($filter)) {
        if(is_numeric($filter) && $filter >0 && $filter <4) {
            $filter--;
            $data = explode("\n", file_get_contents('data.txt'));
            echo '<h3>Вхідні данні:</h3>' . $data[0] . "<BR>" . $data[1] .
"<BR>" . $data[2] . "<BR>";
            $newData = [];
            $i = 0;
            while($i < count($data)-1) {
                if($i != $filter) {
                    array_push($newData, $data[$i]);
                }
                $i++;
            }
            echo '<h3>Спрощена система:</h3>';
            $first = explode(' ', $newData[0]);
            $second = explode(' ', $newData[1]);
            foreach($newData as $k) {
                echo $k . "<BR>";
            }
            $iterator = 1;
            $iteratorFGB = 1;
            $iteratorE = 1;
            $iteratorEg = 1;
            $probability = []; // ймовірність
            $probabilityG = [];
```

```

$probabilityEg = [];
$input = [[], [2], [3], [0], [1], [0, 3], [1, 2], [0, 1]];
foreach($input as $k) {
    array_push($probability, simplification($k));
}
$inputG = [
    [[2, 3], [0, 1]],
    [[2, 3], [0, 1, 2]],
    [[2, 3], [0, 1, 3]],
    [[0, 2, 3], [0, 1]],
    [[1, 2, 3], [0, 1]],
    [[0, 2, 3], [0, 1, 3]],
    [[1, 2, 3], [0, 1, 2]],
    [[0, 1, 2, 3], [0, 1]]
];
foreach($inputG as $k) {
    array_push($probabilityG, simplification($k[0], 'gCH'));
    simplification($k[1], 'g');
}
$firstTable = [];
$secondTable = [];
$firstTable = logging($probability);
$secondTable = logging($probabilityG);
$i = 0;
$h = uniter($firstTable, $secondTable);
echo '<h3>Точки для побудування першого графі-
ку:</h3>';
echo $h[0] . '<BR>' . min([$h[1], $h[2], $h[3], $h[4]]) . '<BR>' .
min([$h[5], $h[6], $h[7]]);
echo '<h3>Направлена система</h3>';
$inputE = [
    [[1, 3], [0, 2]],
    [[1, 2, 3], [0, 2]],
    [[1, 3], [0, 3, 2]],
    [[0, 1, 3], [0, 2]],
    [[1, 3], [0, 1, 2]],
    [[0, 1, 3], [0, 2, 3]],
    [[1, 2, 3], [0, 1, 2]],
    [[0, 1, 3], [0, 1, 2]]
];
foreach($inputE as $k) {
    simplification($k[0], 'e');
    simplification($k[1], 'eCH');
}
$inputEg = [
    [[3], [0, 1, 2]],

```

```

[[2, 3], [0, 1, 2]],
[[3], [0, 1, 2, 3]],
[[0, 3], [0, 1, 2]],
[[1, 3], [0, 1, 2]],
[[0, 3], [0, 1, 2, 3]],
[[1, 2, 3], [0, 1, 2]],
[[0, 1, 3], [0, 1, 2]],
];
foreach($inputEg as $k) {
    array_push($probabilityEg,      simplification($k[0],
'egCH'));
    simplification($k[1], 'eg');
}
$threeTable = logging($probabilityEg);
$h1 = uniter($firstTable, $threeTable);
echo '<h3>Точки для побудування другого графіку:</h3>';
echo $h1[0] . '<BR>' . min([$h1[1], $h1[2], $h1[3], $h1[4]]) .
'<BR>' . min([$h1[5], $h1[6], $h1[7]]);
} else {
    echo '<h3>Аргумент був введений не правильно</h3>';
}
} else {
    echo '<h3>Потрібно додати аргумент ?del=num</h3>';
}
}
function uniter($array1, $array2) {
    $i = 0;
    $h = [];
    while($i < count($array1)) {
        $temp = $array1[$i] - $array2[$i];
        array_push($h, $temp);
        $i++;
    }
    return $h;
}
function logging($probability) {
    $result = [];
    foreach($probability as $i) {
        $res = 0;
        foreach($i as $j) {
            $res += $j * log($j, 2);
        }
        $res *= -1;
        array_push($result, $res);
    }
    return $result;
}

```

```

function simplification($sample, $action="") {
    global $first, $second, $iterator, $iteratorFGB, $iteratorE,
$iteratorEg;
    $one_part = "";
    $two_part = "";
    $three_part = "";
    $four_part = "";
    $i = 0;
    $name = "";
    $tableData = [];
    while($i < count($first)-1) {
        if(!in_array(0, $sample)) $one_part = $first[$i];
        if(!in_array(1, $sample)) $two_part = $second[$i];
        if(!in_array(2, $sample)) $three_part = $first[$i+1];
        if(!in_array(3, $sample)) $four_part = $second[$i+1];
        $temp = $one_part . $two_part . $three_part . $four_part;
        $temp = str_replace("\r", "", $temp);
        array_push($tableData, $temp);
        $i++;
    }
    if($one_part != "") $name .= 'S1 ';
    if($two_part != "") $name .= 'S2 ';
    if($three_part != "") $name .= 'S3 ';
    if($four_part != "") $name .= 'S4 ';
    $tableTwoColumns = array_count_values($tableData);
    $indx = count($first)-1;
    $thirdColumn = [];
    $tableName = "";
    if($action == "gCH") {
        $tableName .= 'FGBg|' . $iteratorFGB;
    } else if($action == "g") {
        $tableName .= 'FGBg' . $iteratorFGB;
    } else if($action == "eCH") {
        $tableName .= 'FB^e|' . $iteratorE;
    } else if($action == "e") {
        $tableName .= 'FB^e' . $iteratorE;
    } else if($action == "egCH") {
        $tableName .= 'fGB^eg|' . $iteratorEg;
    } else if($action == "eg") {
        $tableName .= 'fGB^g' . $iteratorEg;
    } else {
        $tableName .= 'FB' . $iterator;
    }
    if($one_part == "" && $two_part == "" && $three_part == "" &&
$four_part == "") {

```

```

        echo '<h3>Таблица ' . $tableName . '</h3><h3 style="color:
red;">Пуста множина</h3>';
        if($action == 'eg') {
            $iteratorEg++;
        }
        return [0];
    } else {
        echo '<h3>Таблица ' . $tableName . '</h3>';
        echo '<table style="text-align: left; border-collapse: collapse;
width:50%">

                <tr>

                    <th style="padding: 5px; border: 1px
black solid;">' . $name . '</th>

                    <th style="padding: 5px; border: 1px
black solid;">fB</th>

                    <th style="padding: 5px; border: 1px
black solid;">fB`</th>

                </tr>';
        foreach ($tableTwoColumns as $key => $value) {
            echo '<tr>

                    <td style="padding: 5px; border: 1px black
solid;">' . $key . '</td>

                    <td style="padding: 5px; border: 1px black
solid;">' . $value . '</td>

                    <td style="padding: 5px; border: 1px black
solid;">' . $value . '/' . $indx . '</td>

                </tr>';
            array_push($thirdColumn, $value / $indx);
        }
        echo '</table>';
        if($action == 'g') {
            $iteratorFGB++;
        } else if($action == 'eCH') {
            $iteratorE++;
        } else if($action == 'eg') {
            $iteratorEg++;
        } else {
            $iterator++;
        }
        return $thirdColumn;
    }
}
echo '</center>';
?>

```


Розроблений програмний продукт дозволяє уніфікувати процес розв'язання проблеми складності в задачах індуктивного моделювання систем довільної фізичної природи, підвищити ефективність оброблення визначених результатів та може бути застосований як при проведенні наукових досліджень, так і в навчальному процесі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Клиз Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач: Пер. с англ. Москва: Радио и связь, 1990. 544 с.
2. Синельникова Т.И. Автоматизация решения системных задач методом структурированных систем системологии. *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. Краснодар: КубГАУ, 2016. – №07(121). С. 2019 –2030. –IDA [article ID]: 1211607128. URL: <http://ej.kubagro.ru/2016/07/pdf/128.pdf>.
3. Швецова Н. А., Синельникова Т. И. Методы системологии в системе поддержки принятия решений. *Международный журнал экспериментального образования*. 2015. №11-1. С. 136–137. URL: <http://www.expeducation.ru/ru/article/view?id=8354> (дата обращения: 01.04.2020).

УДК 519.2(075)

ДОВІРЧЕ ОЦІНЮВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО СПОДІВАННЯ МЕТОДОМ РЕСАМПЛІНГУ

¹Рубанік О. В., учениця; ²Швидка С. П., канд. фіз.-мат. наук, доцент

¹Запорізька гімназія №31

²Запорізький національний університет

Існує декілька теоретичних міркувань отримання інтервальних оцінок параметрів з використанням непараметричного бутстреп-моделювання [1]. Найпростішим та природним є метод процентилів, де межами довірчого інтервалу середнього є квантілі $[\hat{\theta}_{\alpha/2}^*; \hat{\theta}_{1-\alpha/2}^*]$ бутстреп-розподілу, тобто для рівня значущості $\alpha = 0,05 - (0,025B)$ -е та $(0,975B)$ -е значення упорядкованого варіаційного ряду середніх вибірових величин, отриманих у ході B бутстреп-повторень. Основні та нормальні довірчі інтервали для середнього відповідно мають вигляд: $[2\hat{\theta} - \hat{\theta}_{1-\alpha/2}^*; 2\hat{\theta} - \hat{\theta}_{\alpha/2}^*]$ та $[\hat{\theta} - bias - t_{\alpha/2} se_{boot}; \hat{\theta} - bias + t_{\alpha/2} se_{boot}]$, де $t_{\alpha/2}$ – розв'язок рівняння $\Phi(t_{\alpha/2}) = (1 - \alpha)/2$, що визначається за таблицею функції Лапласа, $\hat{\theta}$ – статистика (вибіркове середнє), яка використовується для оцінки істинного значення середнього, $bias = \hat{\theta}_{середнє_{boot}}^* - \hat{\theta}$, se_{boot} – стандартна похибка бутстрепа. Інтервал з корекцією зміщення ВСа коректує зміщення та асиметрію у розподілі оцінок і вимагає оцінки двох параметрів: зміщення і прискорення. Параметр корекції зміщення зв'язаний з долею оцінок, що є меншими ніж статистика, яка вивчається. Параметр прискорення є

пропорційним асиметрії розподілу. Пакет «**boot**» середовища R надає великі можливості для обчислення вказаних довірчих інтервалів.

У роботі проаналізовано дані двох вибірок. Вибірка **A**: 8, 1, 13, 10, 2, 4, 20, 12, 13, 4, 7, 1, 10, 13, 6, 3, 15, 7, 6, 16, 11, 1, 1. Вибірка **B**: 25, 8, 2, 0, 2, 0, 0, 1, 0, 2, 69, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 11, 5. Вибірку **A** одержано із нормально розподіленої генеральної сукупності, а вибірку **B** – із сукупності, що має правосторонню асиметрію.

З використанням бутстреп-моделювання отримано оцінки довірчих інтервалів для $\alpha = 0,05$ (таблиця 1).

Таблиця 1.

Оцінки довірчих інтервалів, отримані різними методами

Метод оцінки	Інтервал для середнього вибіркового	
	Вибірка A	Вибірка B
Метод процентилів	(5,870; 10,174)	(1,250; 14,299)
Основний інтервал	(5,826; 10,130)	(-1,699; 11,350)
Нормальний інтервал	(5,846; 10,189)	(-0,287; 13,109)
З корекцією зміщення BCa	(5,862; 10,130)	(2,195; 18,841)

Як видно з таблиці, для нормально розподілених даних усі методи призводять до схожих довірчих інтервалів. З іншого боку, для перекосених наборів даних методи дають різні довірчі інтервали, причому найкраще оцінювання забезпечить інтервал з корекцією зміщення (BCa).

ЛІТЕРАТУРА

1. Анатольев С. Эконометрический ликбез: бутстрап. *Квантиль*, 2007. № 3. С. 1–66. URL: <http://quantile.ru/03/03-Literacy.pdf>

УДК 534.1:539/3

АСИМПТОТИКО-ЧИСЕЛЬНИЙ ПІДХІД ДО РОЗВ'ЯЗКУ ЗАДАЧ МАТЕМАТИЧНОЇ ФІЗИКИ, ЯКІ ЗВОДЯТЬСЯ ДО СПЕЦІАЛЬНОГО КЛАСУ НЕЛІНІЙНИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ЗІ ЗМІННИМИ РОЗРИВНИМИ КОЕФІЦІЄНТАМИ ТА «ТОЧКАМИ ПОВОРОТУ»

*Руденко Д. О., студентка; Грищак В. З., д-р техн. наук, професор
Запорізький національний університет*

Запропоновано аналітико чисельний підхід до розв'язку сингулярних диференціальних рівнянь зі змінними розривними коефіцієнтами та точками повороту на базі гібридного асимптотичного методу фазних інтегралів і принципу ортогоналізації за Гальоркіним [1-4].

На основі запропонованого аналітичного підходу дається аналіз впливу параметрів зміни коефіцієнтів на характер розв'язку.

У роботі розглядається диференціальне рівняння другого порядку з показником степені n першої похідної у формі

$$y'' + \varepsilon a(x)y'^n + \lambda^2 b(x)y = 0,$$

за умови, що за умови, що параметри $\varepsilon < 1$ та $\lambda > 1$, а функція $b(x)$ може включати «точку повороту», переходячи через нуль.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гришак В. З. Гібридні асимптотичні методи та техніка їх застосування Запоріжжя: ЗНУ, 2009. 225 с

2. Ільїн А. М., Данилін А. Р. Асимптотичні методи в аналізі. Москва: ФІЗМАТЛІТ, 2009. 248 с.

3. Гришак В. З., Дмитриева Е. М. Решение некоторых линейных дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами с использованием гибридного ВКБ-Гальоркин метода. *Придніпровський науковий вісник. Машинобудування, природничі та технічні науки*. 1997. № 43 (54). С. 1–3.

4. Гришак В. З., Руденко Д. О. Вплив параметру нелінійності першої похідної до розв'язку диференціальних рівнянь другого порядку зі змінними коефіцієнтами. *Актуальні проблеми математики і інформатики: збірник тез Десятої Всеукраїнської наукової конференції молодих дослідників* (Запоріжжя, 25–26 квітня 2019 р.), Запоріжжя: Видавничий дім «Гельветика», 2019. 143 с.

УДК 531; 519

ВИКОРИСТАННЯ ТЕОРІЇ ІГОР В ЗАДАЧІ ПРО ЕВАКУАЦІЮ

Рязанцев М. С., учень;

Горобець І. В., спеціаліст вищої категорії, вчитель-методист

Запорізький багатопрофільний ліцей «Перспектива»

Теорія ігор широко використовується як потужний апарат дослідження в економіці, політиці, соціології, біології, військовій справі. Найбільш послідовно теорія ігор застосовується в економіці, де конфліктні ситуації виникають значно частіше, наприклад, у відносинах між постачальником і споживачем, покупцем і продавцем, банком і клієнтом.

Розглянемо задачу про евакуацію людей у випадку загрози від пожежі.

Пожежна ситуація 1: час виникнення пожежі – 15 годин, літо. Щільність людського потоку $D = 0,3$ л/м², швидкість руху потоку $v = 65$ м/хв. Необхідний час евакуації $T_{ев} = 1$ хв.

Можливі різні варіанти евакуації, які визначаються конструкційними і планувальними особливостями будівлі, наявністю незадимлених сходових секцій, поверховістю будівлі та іншими чинниками.

Розглядається варіант евакуації як маршрут, за яким повинні пройти люди при евакуації з будівлі. Пожежній ситуації відповідатиме

такий варіант евакуації L_1 (перший), при якому вона відбувається по коридору через проходження двох сходових секцій. Але можливий і другий варіант евакуації – L_2 , при якому відбувається проходження однієї сходової секції.

Опис можливих пожежних ситуацій на об'єкті захисту і варіантів евакуації оформляється у вигляді платіжної матриці, при цьому: M – можливі ситуації на пожежі, K – варіанти евакуації; $A_{11} - A_{nm}$ результат евакуації: «А» змінюється від 0 (абсолютний програш) – до 1 (максимальний виграш). Наприклад, при пожежних ситуаціях після виникнення пожежі задимлення загального коридору й охоплення його полум'ям відбуваються: M_1 – через 6 хв.; M_2 – через 8 хв; M_3 – через 12 хв.

Можливі варіанти евакуації, що забезпечують евакуацію за певний час: K_1 – за 5 хв; K_2 – за 10 хв; K_3 – за 15 хв.

Наступним кроком визначаються результати евакуації та заносяться в платіжну матрицю (рис.1).

	K_1	K_2	K_3
M_1	1.2	0.6	0.4
M_2	1.6	0.8	0.53
M_3	2.4	1.2	0.67

Рис. 1. Платіжна матриця результатів евакуації

Останнім етапом є розв'язання матричної гри двох гравців.

ЛІТЕРАТУРА

1. Петросян Л. А., Зенкевич Н. А., Семина Е. А. Теория игр. Москва: Высш.шк., 1998. 304 с.
2. Вентцель Е. С. Элементы теории игр. Москва: Наука, 2008. 360 с.

УДК 519.2(075)

ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕРВАЛЬНОЇ ОЦІНКИ МАТЕМАТИЧНОГО СПОДІВАННЯ БУТСТРЕП-МЕТОДОМ

¹Сарабєєва Є. В., учениця; ²Швидка С. П., канд. фіз.-мат. наук, доцент

¹Запорізька гімназія № 28

²Запорізький національний університет

Інтервальне оцінювання математичного сподівання є більш повними і надійними у порівнянні з точковим. Межі довірчої області невідомого параметра можна обчислити за статистичними формулами, виходячи з припущень про закон розподілу випадкової величини. Проте у випадках, коли теоретичний закон розподілу спостережень є невідомим, обчислення за формулами мають явно наближений

і навіть некоректний характер. У таких ситуаціях доцільно застосовувати непараметричні методи і ресамплінг [1].

У роботі побудовано довірчі інтервали для математичного сподівання чисельності паразита *Ligophorus pilengas* від кефалі піленгаса, зібраної з Японського моря. Емпіричні дані були люб'язно надані співробітниками кафедри біології лісу, мисливствознавства та іхтіології ЗНУ. Обсяг вибірки дорівнював 224 елементи. На рисунку 1 представлені 95% довірчі інтервали для невідомого математичного сподівання. Як видно, довірчі інтервали є несиметричними, що відповідає асиметрії даних чисельності паразита. При збільшенні обсягу вибірки інтервали помітно звужуються. Обчислення проведено у середовищі R.

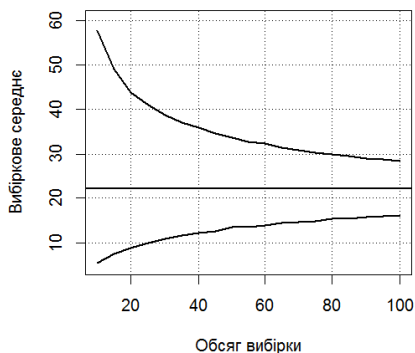


Рис. 1. Довірчі інтервали для математичного сподівання.

Пряма лінія – емпіричне вибіркове середнє

Отже, бутстреп-модельовання є корисним для визначення інтервальної оцінки невідомого параметра математичного сподівання для випадкової величини, яка не підпорядковується нормальному закону розподілу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Анатольев С. Эконометрический ликбез: бутстрап. Квантиль, 2007. № 3. С. 1–66. URL: <http://quantile.ru/03/03-Literacy.pdf>

УДК 539.3

ГОМОГЕНІЗАЦІЯ РІЗНОМОДУЛЬНИХ ТРАНСВЕРСАЛЬНО-ІЗОТРОПНИХ ВОЛОКНИСТИХ КОМПОЗИТІВ

Смолянкова Т. М., аспірант; Клименко М. І., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Запорізький національний університет

Дослідження механічних характеристик волокнистих композитів свідчить про їх залежність від характеру деформування матеріалу. Для багатьох таких матеріалів при розтягу та стиску спостерігаються значні відмінності у значеннях пружних констант, що характеризують зв'язок між напруженнями та деформаціями. Такі матеріали називають різномодульними (бімодульними). Такі як тканинні склопластики, боропластики, вуглепластики тощо.

Сутність задачі гомогенізації різномодульного композиту полягає у визначенні його пружних характеристик як однорідного матеріалу за відомими характеристиками його складових – матриці та волокна. Ця задача розв'язується окремо для випадків розтягу та стиску. На сьогодні основним способом визначення ефективних характеристик різномодульних матеріалів є побудова емпіричних формул на основі статистичної обробки експериментальних даних, що потребує значних витрат. Уникнути їх можна шляхом побудови адекватних математичних моделей, що встановлюють зв'язок між пружними сталими гомогенізованого композиту і відповідними характеристиками матриці та волокна.

Класична модель різномодульного ізотропного однорідного матеріалу запропонована у монографії [1]. Для композитів вона мало-придатна, оскільки при деформуванні вони проявляють трансверсально-ізотропні властивості. Тому розв'язання задачі гомогенізації різномодульного композиту потребує модифікації моделі Амбарцумяна для випадку трансверсально-ізотропного матеріалу. Варіант такої модифікації для гомогенізації різномодульного композиту розглянуто у [2] і базується на кінематичних умовах узгодження переміщень матриці, волокна та елементарної комірки композиту.

Для моделювання механічних властивостей трансверсально-ізотропного композиту потрібно визначити п'ять механічних характеристик – модулів пружності першого та другого роду та коефіцієнтів Пуассона [3]. Для їх визначення пропонується розв'язання відповідних крайових задач про деформування елементарної комірки гомогенізованого композиту та його елементів з урахуванням кінематичних умов узгодження. Отримані ефективні характеристики можна використати при проектуванні конструкцій, що містять елементи, виготовлені з різномодульних композиційних матеріалів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Амбарцумян С. А. Разномодульная теория упругости. Москва: Наука, 1982. 320 с.
2. Лехницкий С. Г. Теория упругости анизотропного тела. Москва: Наука, 1977. 416 с.
3. Grebenyuk S., Klymenko M., Smoliankova T., Koval R. Effective Characteristics of the Multi-Modular Composites under Transverse Stretching – Trans Tech Publication Ltd, 2019. Vol. 968. P. 511–518.

ФРИКЦІЙНИЙ КОНТАКТ ЦИЛІНДРИЧНОГО КРИВОЛІНІЙНОГО ШТАМПА З ПРУЖНИМ ПІВПРОСТОРОМ

Стреляєв О. Ю., аспірант; Стреляєв Ю. М., канд. фіз.-мат. наук, доцент;

Тітова О. О., канд. техн. наук, доцент

Запорізький національний університет

У доповіді розглянуто контактну задачу про фрикційну взаємодію жорсткого кругового циліндричного штампа та лінійно пружного ізо-тропного півпростору при заздалегідь невідомих границях зон зчеплення та проковзування. Поверхня, що обмежує основу штампа, складалася з плоскої кругової ділянки в центрі і сферичного заокруглення в кільцевій області біля краю штампа. Навантажування тіл здійснювалося за рахунок діючої вздовж осі симетрії штампа монотонно зростаючої нормальної сили. Задачу сформульовано в модифікованій квазістатичній постановці [1]. Процес навантажування моделювався скінченним числом станів рівноваги – кроків навантажування. Для урахування тертя використовувався закон Кулона в класичній неспрошеній формі [2]. Задача зведена до послідовного розв'язування серії однотипних систем нелінійних граничних інтегральних рівнянь [1, 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. Отримані чисельні розв'язки розглянутої контактної задачі при різних значеннях радіуса плоскої центральної ділянки основи штампа. Виконано порівняння отриманих результатів з чисельними розв'язками відповідних статичних задач при однокроковому миттєвому навантаженні. Встановлено, що при малих радіусах плоскої ділянки розподіли дотичних контактних зусиль в порівнюваних випадках істотно відрізняються. Максимальна похибка досягається для штампа зі сферичною поверхнею основи. Допустима умова, при виконанні якої задачу може бути сформульовано в статичній постановці, полягає в тому, що радіус плоского ділянки повинен становити не менше 80% від радіуса штампа.

ЛІТЕРАТУРА

1. Стреляєв 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.

2. Kalker, J. J. A survey of the mechanics of contact between solid bodies. *ZAMM*, 1977. В. 57, Н. 5. Р. Т3–Т17.

3. Streliaiev Y., Titova O. Indentation of a Circular Cylindrical Punch with a Curved Base into an Elastic Half-Space in the Presence of Coulomb Friction // In Proc. of the 24th Int. Sci. Conf. Mechanika-2019, 2019, pp. 136–140.

УДК 531; 519

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПРУЖНОЇ ІЗОТРОПНОЇ ПЛОЩИНИ З ДЕФЕКТОМ

*Строгонова І. В., аспірант; Зіновєєв І. В., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Запорізький національний університет*

Напружено-деформований стан – сукупність напружень та деформацій, що виникають в твердому тілі при дії на нього зовнішніх навантажень, температурних полів та інших чинників. Сукупність напружень повністю характеризує напружений стан в околі тіла. Цю сукупність записують у вигляді тензора напружень. Сукупність компонентів деформації характеризує деформований стан околу тіла та записується у вигляді тензора деформації.

Розглядається задача про визначення напружено-деформованого стану пружної ізотропної площини, яка має дефект у вигляді навантаженого отвору, обмеженого гладким контуром. Відомими є модулі пружності площини, навантаження на контурі отвору. На нескінченності напруження нульові. Необхідно визначити напруження та переміщення в довільній точці площини.

Задача розв'язується методом фіктивних навантажень [1], суть якого в наступному: суцільна площина навантажується фіктивними навантаженнями, що прикладаються до ділянок контура «псевдоотвору» та визначаються з граничних умов. Розв'язання відбувається в п'ять етапів: (1) визначення місць розташування всіх граничних елементів і завдання для кожного з них граничних умов у напруженнях (переміщеннях); (2) обчислення граничних коефіцієнтів впливу і побудова відповідної системи лінійних рівнянь з урахуванням граничних умов на кожному елементі; (3) розв'язання системи рівнянь, побудованої на другому етапі; (4) обчислення переміщень і напружень на кожному граничному елементі; (5) обчислення коефіцієнтів впливу для заданих точок та обчислення переміщень і напружень в цих точках.

На першому етапі задаються фізичні та геометричні параметри. Третій етап виконується за допомогою методів чисельного аналізу. Етапи 2, 4 і 5 подібні між собою та використовують різні формули з [1].

Для розв'язання задачі засобами СКА Maple була розроблена комп'ютерна програма. В якості тестової була розв'язана задача про

круговий отвір у пружній площині. Отримані числові результати не протирічать фізичному сенсу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Крауч С., Старфилд А. Методы граничных элементов в механике твердого тела. Москва: Мир, 1987. 328 с.
2. Бабенко А. Є., Бобир М. І., Бойко С. Л. та ін. Теорія пружності. Частина 1: підручник. Київ: Основа, 2009. 244 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/1234>.

УДК 004.942:519.63

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ КОМІРКИ СІТКИ НА ГЕНЕРАЦІЮ СТРУКТУРОВАНОЇ ДИСКРЕТНОЇ МОДЕЛІ ГІПЕРБОЛІЧНИМ МЕТОДОМ

Халанчук Л. В., асистент¹, аспірант²

¹*Таврійський державний агротехнологічний університет*

²*Запорізький національний університет*

Дискретною моделлю геометричного об'єкту (сіткою) називають множину точок, що розподілені в досліджуваній області, разом зі зв'язками між цими точками. Дискретна модель геометричного об'єкта замінює вихідну неперервну область скінченною множиною простих фігур. На практиці застосування генерації структурованих сіток використовується для моделювання широкого кола об'єктів і процесів. Різні типи диференціальних рівнянь в частинних похідних другого порядку можуть асоціюватися з різноманітними типами гідромеханічних задач. Наприклад, задачі, що містять залежність від часу, зводяться до параболічних або гіперболічних рівнянь. Але і деякі сталі процеси також можна описати гіперболічними рівняннями (наприклад, нев'язка надзвукова течія).

Метою даної роботи є аналіз впливу параметрів комірки сітки на автоматичну побудову структурованих сіток гіперболічним методом на прикладі розв'язку системи рівнянь

$$\begin{cases} x_{\xi}x_{\eta} + y_{\xi}y_{\eta} = 0 \\ x_{\xi}y_{\eta} - x_{\eta}y_{\xi} = F(\xi, \eta) \end{cases}$$

Такі методи побудови дискретних моделей ґрунтуються на розв'язання гіперболічної системи. Для побудови сітки накладається умова ортогональності ліній сітки і додається згладжування. Зовнішня границя сітки визначається розв'язком рівняння, тому цей метод обмежений для використання в блочно-структурованих сітках, але дуже корисний при покритті сіток.

Для розв'язку диференціального рівняння використано метод скінченних різниць. Для розв'язання диференціального рівняння можна використовувати методи простих ітерацій, Зейделя тощо. Побудова

виконана на чотирикутній області, в якій дві протилежні сторони були прямими, а дві інші визначалися кривими Безьє.

Емпіричне дослідження дозволило зробити висновок, що на згладжування сітки впливають параметри комірки сітки: довжина дуги по межі в напрямках η і ξ , кути комірки, її площа (міра для двовимірного випадку).

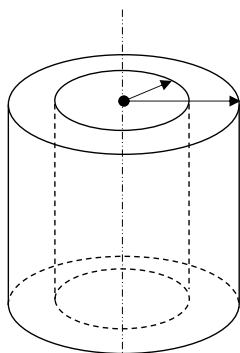
УДК: 536.24

РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ДЛЯ ДВОШАРОВОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Шупчинська К. С., аспірантка;

Ткаченко І. Г., канд. фіз.-мат. наук, доцент

Запорізький національний університет



**Рис. 1. Схема
двошарового
циліндра**

У роботі [1] розглядається вісесиметрична постановка задачі теплопровідності циліндричної конструкції за певних умов з урахуванням довжини циліндра та процесу передачі тепла у ньому. Поставлена задача розв'язується шляхом переходу до відносних координат та розкладу температурного поля вздовж осі радіуса за функціями Бесселя, а також вздовж осі z за тригонометричними функціями.

У роботі [2] авторами досліджена задача теплопровідності для неоднорідних областей. Вивчено стаціонарне плоске температурне поле для конструкції, що складається з двох кілець однакової товщини, вставлених одне в одне та жорстко закріплених між собою. Отримано залежність зміни температури в середині кільця від 100°C до 200°C . У [3] наведе-

но рівняння теплопровідності, що описує процеси теплопередачі у середовищах. Розглянуто спрощення цього рівняння у випадку вісесиметричної постановки задачі. У процесі розв'язання задачі теплопровідності проаналізовано основні типи крайових умов, а також умови на межі між складовими елементами складеної області.

У даній роботі розглядається двошарова циліндрична конструкція (рис. 1), радіуси якої малі порівняно з довжиною самої конструкції. При цьому вплив температури буде змінюватися тільки вздовж радіусів циліндра та рівномірно розподілятися вздовж внутрішніх стінок конструкції, де на поверхні шару задані постійні температури.

Вважається, що контакт між шарами ідеальний, а температура на стиках двошарового циліндра однакова.

Задача теплопровідності заданої циліндричної конструкції зводиться до плоскої задачі з урахування теплового потоку за рахунок зіставлення однієї з осей з віссю самого циліндра. Отримано логарифмічну залежність температури від радіуса, це пов'язано з щільністю теплового потоку саме за рахунок циліндричної конструкції, оскільки щільність за таких умов буде змінною.

Отже, задача теплопровідності двошарової циліндричної конструкції зводиться до рівняння теплопровідності у циліндричних координатах з урахуванням граничних умов, а саме умов теплопередачі через задану поверхню. Це дозволяє визначити постійні інтегрування та їх взаємозалежність з температурою, радіусом, коефіцієнтом теплопровідності та щільністю теплового потоку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Коваленко А. Д. Основы термоупругости. Киев: Наукова думка, 1970. 308 с.
2. Шупчинська К. С., Ткаченко І. Г. Дослідження задачі теплопровідності для неоднорідних областей. Десята Всеукраїнська, сімнадцята регіональна наукова конференція молодих дослідників «Актуальні проблеми математики та інформатики»: Збірка тез доповідей, 25-26 квітня 2019. Запоріжжя, 2019. С. 132-134.
3. Шупчинська К. С., Ткаченко І. Г. Визначення теплопровідності складених областей. *Молода наука-2019*: Збірник наукових праць студентів, аспірантів і молодих вчених, 15 квітня 2019. Запоріжжя: ЗНУ, 2019. С. 66-67.

УДК 519; 51-7

МОДЕЛЬ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ ШКІЛЬНОЇ ЇДАЛЬНИ-КАФЕ

¹Щербань О. Є., учениця; ¹Горобець І. В., спеціаліст вищої категорії, вчитель-методист; ²Зіновеев І. В., канд. фіз.-мат. наук, доцент

¹Запорізький багатопрофільний ліцей «Перспектива»

²Запорізький національний університет

Системи масового обслуговування є ефективним математичним інструментом для дослідження реальних соціально-економічних задач.

Мета роботи полягає у аналізі діяльності діючої шкільної їдальні, створенні математичної моделі організації роботи шкільного пункту харчування (шкільної їдальні-кафе) та оптимізації його роботи.

Схематично концептуальна модель роботи їдальні представлена на рис. 1.

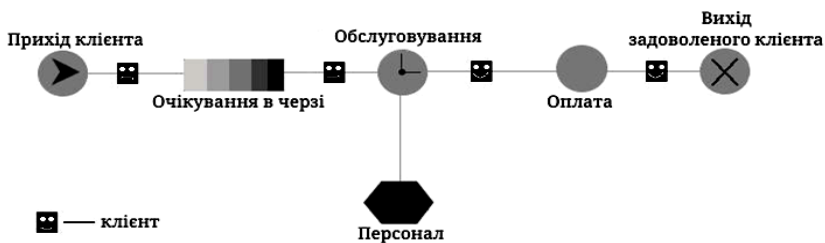


Рис.1. «Концептуальна модель»

В межах теорії систем масового обслуговування (СМО) визначено параметри моделі та проведено її дослідження.

Вхідні параметри побудованої одноканальної СМО їдальні-кафе: кількість клієнтів за певний час (перерви), час очікування замовлення, інтенсивність потоку клієнтів, інтенсивність потоку обслуговування. На «виході» отримуємо швидкість, фактичну продуктивність обслуговування клієнтів (класів, учнів).

Відповідно до загальної схеми розв'язання таких задач виконано наступні етапи: обчислено інтенсивність навантаження системи; ймовірність, що канал вільний (доля часу простою каналу); ймовірність того, що в черзі n замовлень ($n=1,2,\dots,10$); частку замовлень, що отримали відмову; відносну пропускну спроможність; абсолютну пропускну спроможність; середню кількість замовлень в черзі; середній час очікування замовлення в черзі; середню кількість оброблених замовлень; середню кількість замовлень в системі; середній час перебування заявки в СМО.

На основі отриманих результатів зроблено висновок, що існуюча модель одноканальної СМО для 5–6 класів функціонує продуктивно і не потребує змін, для 7-х класів вхідний та вихідний потоки узгоджені, для 8–11 класів система стає продуктивною за умови введення другого каналу (двоканальна СМО).

ЛІТЕРАТУРА

1. Маценко В. Г. Математичне моделювання: навчальний посібник. Чернівці: Чернівецький національний університет, 2014. 519 с.
2. Замятина О. М. М 34 Моделирование систем: Учебное пособие. Томск: Изд-во ТПУ, 2009. 204 с.

КОЛИВАЛЬНІ ЯВИЩА ТА РЕЗОНАНС

Якуніна В. О., студентка; Костюшко І. А., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Запорізький національний університет

Розглядається задача про вимушені коливання гармонічного осцилятора при наявності періодичної зовнішньої сили. Завдання зводиться до дослідження розв'язку диференціального рівняння наступного вигляду:

$$\ddot{x} + \omega_0^2 x = a \sin(\omega t), \quad (1)$$

де ω_0, a, ω – задані сталі, що мають наступну фізичну інтерпретацію: ω_0 – частота власних коливань системи; a, ω – амплітуда та частота зовнішньої періодичної сили відповідно.

Якщо $\omega \neq \omega_0$, то загальний розв'язок рівняння (1) можна подати у наступному вигляді:

$$x(t) = A \sin(\omega_0 t + \varphi) + \frac{a}{\omega_0^2 - \omega^2} \sin(\omega t),$$

де A, φ – довільні сталі інтегрування.

У випадку $\omega = \omega_0$, тобто коли частота зовнішньої сили співпадає із частотою власних коливань системи, розв'язок (1) набуває наступного вигляду:

$$x(t) = A \sin(\omega_0 t + \varphi) - \frac{a}{2\omega_0} t \cos(\omega_0 t). \quad (2)$$

Другий доданок правої частини (2) вказує на те, що у цьому випадку амплітуда коливань безмежно зростає при безмежному зростанні часу t , що відображено на рис. 1.

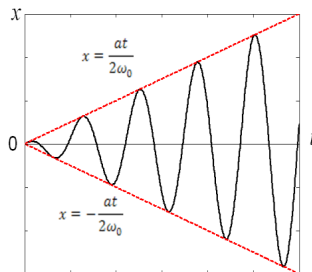


Рис.1. Резонанс

Це явище, яке виникає при співпаданні частот зовнішньої сили та власних коливань системи, називається резонансом. Явище резонансу використовується в тих випадках, коли з великого набору коливань

хочуть виділити коливання цілком певної частоти. Однак, в ряді випадків, резонанс – небажане явище, що може привести до великих деформацій і руйнування конструкцій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Смирнов В. И. Курс высшей математики. Т. II. Москва: Наука, 1974. 656 с.
2. Путило К. А. Курс физики. Т. I. Москва: Государственное издательство физико-математической литературы, 1963. 560 с.
3. Трубецков Д. И., Рожнёв А. Г. Линейные колебания и волны. Москва: Физматлит, 2001. 416 с.
4. Балакший В. И., Белов А. А., Косых Т. Б., Кузнецов Ю. И. Физика колебательных явлений в примерах и задачах. Москва: МГУ, 2011. 167 с.
5. Мандельштам Л. И. Лекции по колебаниям. Москва: Изд. АН СССР, 1955. 512 с.

ЗМІСТ

Секція 1.

Інформатика та новітні комп'ютерні технології

<i>Бабкін А. А., Кудін О. В.</i>	
Гібридні нейромережеві моделі класифікації мережевих атак.....	6
<i>Барнаш М. І., Кривохата А. Г.</i>	
Програмна реалізація деяких методів дослідження чисел на простоту.....	8
<i>Бердюк К. В., Циммерман Г. А.</i>	
Розробка програми для автоматизації шкільного навчання.....	10
<i>Бірук І. В., Мухін В. В.</i>	
Вдосконалення конволюційних нейронних мереж у сфері Computer Vision за допомогою Residual Network архітектур.....	11
<i>Волковський Д. Л., Решевська К. С.</i>	
Аналіз алгоритмів видалення прихованих ліній.....	12
<i>Гальченко А. В., Чопоров С. В.</i>	
Стиснення даних та заперечуване шифрування.....	14
<i>Говтвян І. В., Горбенко В. І.</i>	
Визначення ефективності матричних операцій при використанні технологій MPI та OpenMP	14
<i>Гостєва П. Р., Спаська А. А.</i>	
Використання онлайн-сервісу Kahoot! у навчальному процесі.....	15
<i>Гостєва П. Р., Циммерман Г. А.</i>	
Підходи та інструменти підготовки інтерактивних засобів навчання.....	17
<i>Давидов М. А., Кривохата А. Г.</i>	
Розробка програми для реалізації кодування Хемінга.....	19
<i>Давідян Б. О., Дериведмідь М. Г., Циммерман Г. А.</i>	
Розробка веб-сайту «Дані, які збирають про користувача соціальні мережі та пошукові системи».....	20
<i>Дашковський Б. С., Дериведмідь М. Г., Циммерман Г. А.</i>	
Використання тривимірної графіки у веб-сайтах.....	21
<i>Діденко В. О., Горбенко В. І.</i>	
Android-додаток інформаційної системи кафетерію.....	22
<i>Дубровний І. В., Циммерман Г. А.</i>	
Розробка програми для підготовки до ЗНО з української мови та літератури.....	23
<i>Єгорова О. Є., Кудін О. В.</i>	
Інформаційна система управління навчальним процесом.....	24
<i>Жильцов С. С.</i>	
Опис процесу розробки фреймворку з автоматизованого тестування.....	25

<i>Ігнатченко М. С., Кудін О. В.</i> Застосування паралельних обчислювальних систем зі спільною пам'яттю для візуалізації R-функцій.....	26
<i>Ільющенко Н. О., Кудін О. В., Лісняк А. О.</i> Використання нейронних мереж для прогнозування цін на електроенергію.....	28
<i>Кальниченко Д. О., Панасенко Є. В.</i> Розробка системи побудови оптимального маршруту.....	31
<i>Карасьов О. О., Кривохата А. Г.</i> Розробка додатку для перетворення CSV-файлу у JSON.....	32
<i>Каретнікова К. В., Кривохата А. Г.</i> Розробка конвертора зображень формату BMP у формат JPEG.....	33
<i>Колеснікова К. С., Матвійшина Н. В.</i> Розробка мультимедійного ресурсу для вивчення додатку Scratch на уроках інформатики.....	34
<i>Колпаков В. А., Гоменюк С. І.</i> Алгоритм візуалізації числових даних, розподілених по заданій поверхні.....	35
<i>Кравченко Д. О., Матвійшина Н. В.</i> Розробка мультимедійного тренінгу для створення веб-проектів.....	37
<i>Кривий Я. В., Лісняк А. О.</i> Проектування модулю інтеграцій платіжної системи Authorize.net з CMS «Magento 2».....	38
<i>Крикунова Г. Д., Кудін О. В.</i> Специфікація вимог до Android додатку «Beautysalon» предметної області салон краси.....	40
<i>Лабенська Н. В., Панасенко Є. В.</i> Розробка Web додатку для аналітики з використанням фреймворку Dash.....	42
<i>Литвин О. Є., Дериведмідь М. Г., Циммерман Г. А.</i> Електронний відбиток користувача у веб-просторі.....	43
<i>Макаров В. С., Мухін В. В., Тімова О. О.</i> Розробка Android програми віддаленого управління світлом за допомогою Arduino.....	43
<i>Мелешко О. М., Циммерман Г. А.</i> Зв'язок змісту курсу інформатика в початковій школі та компетентностей учнів.....	45
<i>Милосердова О. О., Пшенична О. С.</i> Оптимізація навчального матеріалу дисципліни засобами інформаційних технологій.....	46
<i>Пасічник В. В., Борю С. Ю.</i> Розробка мобільного додатку для тестування з використанням фреймворку Flutter.....	47
<i>Прудка А. О., Циммерман Г. А.</i> Комп'ютерне тестування на уроках інформатики.....	48

<i>Рекубратська О. Р., Решевська К. С.</i> Розробка внутрішньої CRM для роботи з Bussiness Manager Facebook.....	50
<i>Семіс С. С., Циммерман Г. А.</i> Розробка програмного інструментарію навчального призначення «Вивчення математичних формул».....	51
<i>Сичова В. І., Кривохата А. Г.</i> Розробка застосунку для кодування WAV-файлів у формат MP3.....	52
<i>Скоропадський А. О., Циммерман Г. А.</i> Розробка інформаційної системи для організації шкільних змагань з програмування.....	53
<i>Славенко М. М., Мухін В. В.</i> Розробка електронного навчального посібника з дисципліни «Програмування комп'ютерної графіки в Web».....	54
<i>Супрун В. О., Пшенична О. С.</i> Огляд інформаційно-комунікаційних технологій для навчання хімії.....	55
<i>Татарінова А. В., Лісняк А. О.</i> Система обміну повідомленнями на базі WebSocket.....	58
<i>Філіна М. О., Горбенко В. І.</i> Реалізація бізнес-аналізу в корпоративних інформаційних системах.....	61
<i>Чернов М. В., Циммерман Г. А.</i> Розробка програмного забезпечення для інтерактивного навчання основам фізики.....	62
<i>Чілікіна Є. О., Кривохата А. Г.</i> Програмна реалізація кодування Хаффмана.....	63
<i>Чопорова О. В., Лісняк А. О.</i> Використання генетичних алгоритмів в навчанні нейронних мереж.....	63
<i>Чузов Д. В., Кривохата А. Г.</i> Розробка конвертора відео файлів формату AVI у формат MP4.....	64

Секція 2. Сучасні проблеми математики

<i>Анохін А. І., Гужва А. А., Панасенко Є. В.</i> Про розв'язність збуреної крайової задачі для рівняння Лапунова у просторі Гільберта.....	68
<i>Артеменко А. О., Стеганцева П. Г.</i> Точний алгоритм вилучення кореня довільного ступеня з позитивного цілого числа.....	69
<i>Волотко О. В., Меженіна Л. О., Зіновєєв І. В.</i> Задача про рух трикутника в правильному n -кутнику.....	70

<i>Гречнева М. О., Стеганцев Є. В.</i> Порівняння геометричних та алгебраїчних підходів на прикладі доведення формули Ейлера.....	71
<i>Гречнева М. О., Стеганцева П. Г.</i> Про тип грассманового образу поверхні з плоскою нормальною зв'язністю в просторі Мінковського.....	72
<i>Зіновєєв Я.-Д. І., Манько Н. І.-В.</i> Встановлення авторства великих текстів засобами частотного аналізу.....	73
<i>Карпенко С. О., Горобець І. В., Зіновєєв І. В.</i> Відстань Левенштейна в математичній лінгвістиці.....	74
<i>Кириченко В. О., Горобець І. В., Зіновєєв І. В.</i> Використання математичних методів у психологічних дослідженнях.....	75
<i>Підгорний А. Ю., Красікова І. В.</i> Принцип стискуючих відображень та його застосування.....	77
<i>Скрябіна А. В., Стеганцева П. Г.</i> Дослідження топологій заданої ваги за допомогою вектора топології.....	79
<i>Стреляєв О. Ю., Стреляєв О. М.</i> Нелінійні граничні інтегральні рівняння фрикційного контакту пружних тіл.....	80
<i>Чернігівський О. С., Гречнева М. О.</i> Географічна ілюстрація ізопериметричної задачі.....	81

Секція 3.

Математичне моделювання систем та процесів

<i>Анваруззаман М., Швидка С. П.</i> Особливості розрахунку обсягу вибірки у біологічних дослідженнях.....	84
<i>Єлховська Я. А., Собокар Н. В., Леонтьєва В. В., Кондрат'єва Н. О.</i> Порівняльний аналіз власних значень проєкційних матриць в дискретній та неперервній моделях П. Леслі.....	85
<i>Єременко А. О., Леонтьєва В. В., Кондрат'єва Н. О.</i> Алгоритмізація процесу дослідження позитивної динамічної системи.....	88
<i>Леонтьєва В. В., Кондрат'єва Н. О.</i> Дослідження спостережуваності керованої гіроскопічної системи.....	89
<i>Манько Н.І.-В., Данильченко А. О.</i> Матриця жорсткості нескінченного шестигранного скінченного елементу для волокнистого композиційного матеріалу.....	90
<i>Маркова С. О., Горобець І. В., Зіновєєв І. В.</i> Діаграми Вороного у створенні об'єктів міського середовища.....	97

<i>Петрущенко В. В., Левчук С. А.</i> Метод функції Гріна для звичайного диференціального рівняння другого порядку.....	98
<i>Петрущенко В. В., Леонтєва В. В., Кондрат'єва Н. О.</i> Дослідження спостережуваності керованої гіроскопічної системи.....	101
<i>Полос С. С., Манько Н. І.-В.</i> Напружено-деформований стан еластомерної тришарової полоси при дії системи штампів.....	109
<i>Проценко В. О., Левчук С. А.</i> Метод побудови функції Гріна лінійного неоднорідного рівняння.....	111
<i>Проценко В. О., Леонтєва В. В., Кондрат'єва Н. О.</i> Розв'язання проблеми складності в задачах індуктивного моделювання систем.....	112
<i>Рубанік О. В., Швидка С. П.</i> Довірче оцінювання математичного сподівання методом ресамплінгу.....	121
<i>Руденко Д. О., Грищак В. З.</i> Асимптотико-чисельний підхід до розв'язку задач математичної фізики, які зводяться до спеціального класу нелінійних диференціальних рівнянь зі змінними розривними коефіцієнтами та «точками повороту».....	122
<i>Рязанцев М. С., Горобець І. В.</i> Використання теорії ігор в задачі про евакуацію.....	123
<i>Сарабєєва Є. В., Швидка С. П.</i> Визначення інтервальної оцінки математичного сподівання бутстреп-методом.....	124
<i>Смолянкова Т. М., Клименко М. І.</i> Гомогенізація різномодульних трансверсально-ізотропних волокнистих композитів.....	125
<i>Стреляєв О. Ю., Стреляєв Ю. М., Тітова О. О.</i> Фрикційний контакт циліндричного криволінійного штампа з пружним півпростором.....	127
<i>Строгонова І. В., Зіновєєв І. В.</i> Дослідження напружено-деформованого стану пружної ізотропної площини з дефектом.....	128
<i>Халанчук Л. В.</i> Вплив параметрів комірки сітки на генерацію структурованої дискретної моделі гіперболічним методом.....	129
<i>Шупчинська К. С., Ткаченко І. Г.</i> Розв'язання задачі теплопровідності для двошарової циліндричної конструкції.....	130
<i>Щербань О. Є., Горобець І. В., Зіновєєв І. В.</i> Модель організації роботи шкільної їдальні-кафе.....	131
<i>Якуніна В. О., Костюшко І. А.</i> Коливальні явища та резонанс.....	133

Наукове видання

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ

Збірка тез доповідей
Одинадцятої Всеукраїнської,
Вісімнадцятої регіональної наукової
конференції молодих дослідників

23-24 квітня 2020 р.

Верстка – Т.В. Мартиненко

Підписано до друку 20.04.2020 р. Формат 60х84/16.
Папір офсетний. Гарнітура Cambria. Цифровий друк.
Умовно-друк. арк. 8,13. Тираж 100. Замовлення № 0520-114.
Віддруковано з готового оригінал-макета.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»
73034, м. Херсон, вул. Паровозна, 46-а
Телефони: +38 (0552) 39 95 80,
+38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.com.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 6424 від 04.10.2018 р.