

**МАТЕРІАЛИ
Всеукраїнської
науково-методичної конференції**

ПРОБЛЕМИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Кам'янське
25-27 травня 2022р.



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Дніпровський державний технічний університет

ПРОБЛЕМИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Матеріали Всеукраїнської науково-методичної конференції
(25-27 травня 2022 року м. Кам'янське)

Кам'янське
ДДТУ
2022

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова організаційного комітету:

Самохвалов Сергій Євгенович, професор кафедри прикладної та вищої математики, д.т.н., професор.

Заступник голови:

Карімов Іван Кабіденович, завідувач кафедри прикладної та вищої математики, к. ф-м. н., доцент.

Члени організаційного комітету:

Надригайло Тетяна Жумабаївна, доцент кафедри прикладної та вищої математики, к. т. н., доцент;

Строева Вікторія Олексіївна, доцент кафедри прикладної та вищої математики, к. ф-м. н., доцент.

Учений секретар:

Волосова Наталія Миколаївна, доцент кафедри прикладної та вищої математики, к. т. н., доцент.

Проблеми математичного моделювання: матеріали Всеукр. наук.-метод. конф., 25-27 трав. 2022 р. Кам'янське: ДДТУ, 2022, 92 с.

У збірнику надруковано матеріали Всеукраїнської науково-методичної конференції, яка відбулася 25-27 травня 2022 р. у Дніпровському державному технічному університеті.

Для студентів, аспірантів, викладачів, вчених ВНЗів та наукових закладів.

Секція 1

МЕТОДИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Викладач 1-ї категорії Гармаш К.В.

Кам'янський державний енергетичний технікум

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИМУЛЯЦІЇ ГРИ «ЖИТТЯ» З ВИКОРИСТАННЯМ АЛГОРИТМУ ДЖОНА КОНВЕЯ НА МОВІ ПРОГРАМУВАННЯ C#

Класична гра «Життя» – це клітинний автомат, який започаткував англійський математик Джон Конвей. Саме ним були розроблені правила за якими моделюється гра «Життя».

Місце дії гри – розмічена на клітини площина, яка може бути нескінченною, обмеженою або замкненою. Кожна клітина на цій поверхні має вісім сусідів, що оточують її і може бути у двох станах: бути «живою» (заповненою) або «мертвою» (порожньою).

Розподіл живих клітин на початку гри називається першим поколінням. Кожне наступне покоління розраховується на основі попереднього за наступними правилами:

- у порожній (мертвій) клітині, з якою сусідять три живих клітини, зароджується життя;
- якщо жива клітина має дві або три живі сусідки, то ця клітина продовжує жити;
- в іншому випадку (якщо живих сусідів менше двох або більше трьох) клітина помирає (від самотності або від перенаселеності).

Гра припиняється, якщо:

- на полі не залишається жодної «живої» клітини;

- конфігурація на черговому кроці в точності (без зрушень і поворотів) повторить себе ж на одному з ранніх кроків (складається періодична конфігурація);
- при черговому кроці жодна із клітин не змінює свого стану (попереднє правило діє на один крок назад, складається стабільна конфігурація).

Гравець не бере участь у грі. Він лише генерує початкову конфігурацію «живих» клітин, які потім змінюються відповідно до правил. Незважаючи на простоту правил, у грі може виникати величезна різноманітність форм.

Було програмно реалізовано гру «Життя» за заданими правилами, на мові програмування C#. Реалізована можливість користувачу змінювати клітинну сітку (resolution), задавати щільність поколінь (density) та додатково включати чи відключати музичний супровід. Також реалізована можливість перегляду конкретної генерації покоління.

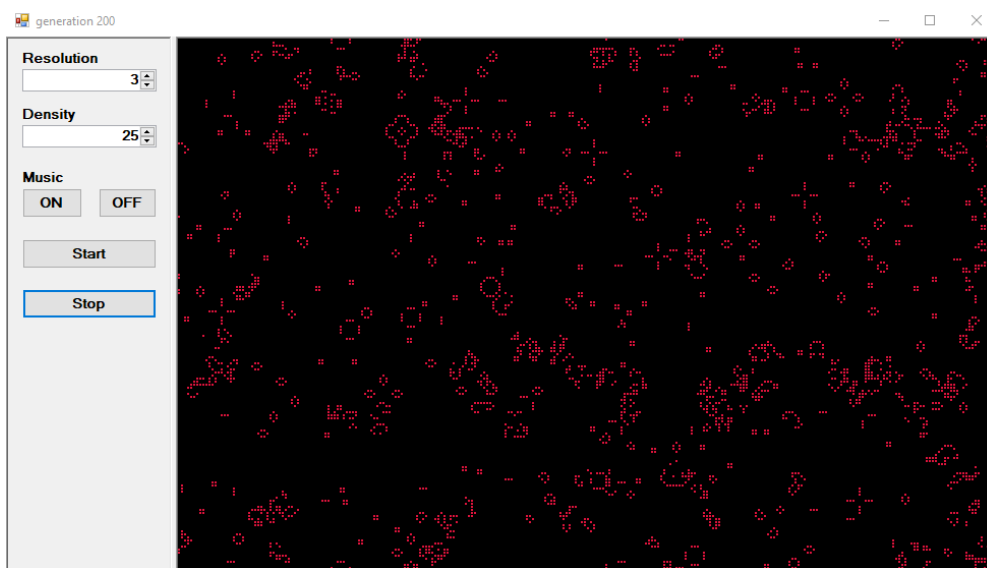


Рис. 1. Приклад програмної реалізації гри «Життя»

На рис.1 зображено приклад реалізації гри «Життя» з заданими параметрами щільності поколінь, клітинної сітки та 200 генерації поколінь.

На рис.2 зображено приклад реалізації гри «Життя» з заданими параметрами: збільшенням клітинної сітки, зменшенням щільності поколінь та для 310 генерації поколінь.

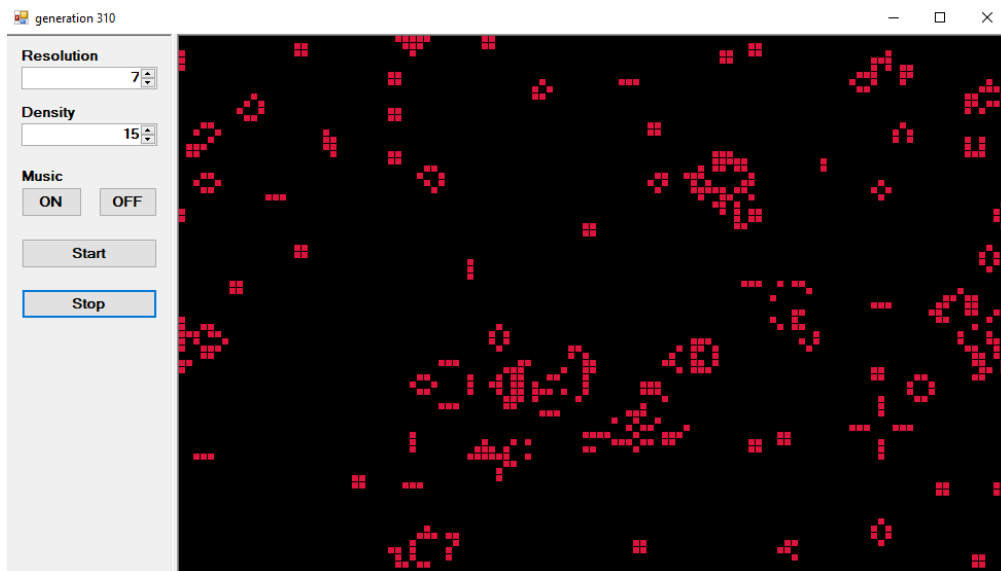


Рис. 2. Приклад програмної реалізації гри «Життя» з іншими параметрами

В результаті маємо можливість спостерігати за стійкими фігурами, які були утворені завдяки клітинному автомату. Крім того, багато закономірностей, які знайдені в грі мають свої аналогії в інших науках та теоріях. Зокрема: біологія (моделює розвиток популяції), бактеріологія (приклад розмноження бактерій), квантова фізика (поведінка елементарних частинок), наномеханіка (приклад найпростіших пристроїв на основі нанотехнологій), хімія (моделювання хімічних реакцій) та ін.

Ph. D. Gnatyuk M. A., Harkavenko I. S.

Dnipro State technical university

DOMAIN DECOMPOSITION METHODS FOR ANALYSIS OF PERIODIC WAVEGUIDE STRUCTURES

Experimental investigation of modern waveguide devices and components is not only a costly and time-consuming problem, but also becomes inefficient in the range of ultra-high frequency (UHF). In specific cases, experimental methods cannot provide the necessary accuracy of the results. Therefore, rigorous mathematical models and effective methods of computational electromagnetics not only simplifies the development of microwave devices and components, but also are often determining in design and manufacturing if such devices.

The analysis of the electromagnetic wave diffraction relates to boundary value problems of mathematical physics [1]. Recently, the Schwartz alternative method and methods based on it have drawn close attention of researchers. [2].

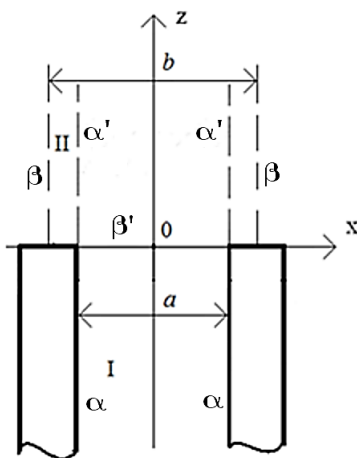


Fig. 1. A unit cell of a periodic structure

Consider the electromagnetic wave diffraction problem on an infinite periodic waveguide structure using the Schwartz alternating method (Fig.1). As an unknown function we will use the E_y component of the field vector that satisfies the Helmholtz equation and the boundary conditions.

The solution of this problem using the Schwartz method is to reduce the system of Maxwell's equations to the system of integral equations for overlapping partial domains.

Further, obtained system is solved using iterative methods.

The whole field definition domain in the unit cell of a periodic structure can be split into two overlapping partial subdomains (Fig. 1). Subdomain I ($-a/2 \leq x \leq a/2$) consists of plane wave guide extended to infinity ($-\infty \leq z \leq \infty$). Subdomain II ($-b/2 \leq x \leq b/2, 0 \leq z \leq \infty$) is represented by radiation area. The H_{10} wave of a planar waveguide is excited in subdomain I at $z \rightarrow -\infty$. Suppose that Green functions for

each subdomain are known [3, 4]. Then using Green's second identity one can obtain a system of integral representations for field vector in each subdomain:

$$E^I(x, z) = E_{ex}(x, z) + \int_0^\infty E^I\left(-\frac{a}{2}, z'\right) \frac{\partial}{\partial x'} G^I\left(x, z; -\frac{a}{2}, z'\right) dz' - \int_0^\infty E^I\left(\frac{a}{2}, z'\right) \frac{\partial}{\partial x'} G^I\left(x, z; \frac{a}{2}, z'\right) dz'; \quad (1)$$

$$E^{II}(x', z') = \int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} E^{II}(x'', 0) \frac{\partial}{\partial z''} G^{II}(x', z'; x'', 0) dx''. \quad (2)$$

Here E^I is unknown function in subdomain I, which value is obtained on boundary β' (plane $z=0$, $-a/2 \leq x \leq a/2$). For subdomain I variables x and z represent coordinates of observation points, also x' and z' are coordinates of source points. For subdomain II: x' and z' are observation points, x'' and z'' are source points. Then, the Fredholm integral equation of the second kind for the unknown first domain field vector can be obtained in the next form:

$$E^I(x, z) = E_{ex}(x, z) + \int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} E^I(x'', 0) K(x, z; x'', 0) dx''; \quad (3)$$

Where the kernel of the integral equation is defined as:

$$K(x, z; x'', 0) = \int_0^\infty \left[\frac{\partial}{\partial z''} G^{II}\left(-\frac{a}{2}, z'; x'', 0\right) \frac{\partial}{\partial x'} G^I\left(x, z; -\frac{a}{2}, z'\right) - \frac{\partial}{\partial z''} G^{II}\left(\frac{a}{2}, z'; x'', 0\right) \frac{\partial}{\partial x'} G^I\left(x, z; \frac{a}{2}, z'\right) \right] dz'. \quad (4)$$

The solution of this equation by the iterative method allows to obtain the value of the reflection coefficient of the q -wave in the i -order iteration:

$$R_q^{(i)} = R_q^{(1)} + \sum_{q_0=1}^Q \left[\left(\sum_{m=-M}^M C_{qm} D_{mq_0} \right) \cdot R_{q_0}^{(i-1)} \right] \quad (5)$$

Here M and Q are the numbers of considered waves for regions II and I respectively. The expression (5) can be transformed into a matrix equation using the properties of a matrix product:

$$\mathbf{R}^{(i)} = \mathbf{R}^{(1)} + \mathbf{A} \cdot \mathbf{R}^{(i-1)} \quad (6)$$

Fig. 2 shows the dependences of the magnitude (a) and phase (b) of the reflection coefficient on the value scanning angle, obtained using represented methods.



Fig. 2. Numerical results

The symbols "x" on the curves show the results obtained using the Schwartz method, while solid lines are for the method of overlapping partial domains. The comparison of the obtained results with the results from [5] shows their similarity with graphical accuracy.

REFERENCES

1. Свешников А. Г., Могилевский И. Е. Математические задачи теории дифракции: Учебное пособие. Москва: Физический факультет МГУ, 2010. 196 с.
2. Gander M. J., Zhang H. Optimized Schwarz methods with overlap for the Helmholtz equation. *Domain Decomposition Methods in Sci. and Eng.* 2014, XXI, P. 207 – 215.
3. Tai C. T. *Dyadic Green's Functions in Electromagnetic Theory*. Second Edition. New York: IEEE Press, 2003. 358 p.
4. Morozov V. M., Gnatyuk M. A. Phased antenna array analysis with Schwarz alternating method. *Вісник Дніпропетровського університету. Серія «Фізика. Радіоелектроніка»*. Дніпропетровськ, 2015. Т. 23. Вип. 22. С. 132 – 141.
5. Amitay N., Galindo V., Wu C. *Theory and analysis of phased array antennas*. New York: Wiley-Interscience, 1972. 443 p.

Дегтярьов І.Д., к. фіз.-мат. н. Тонкошкур І.С.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В'ЯЗКИХ ТЕЧІЙ РІДИНИ НАВКОЛО ДИСКОВИХ СИСТЕМ

В роботі розглянуто задачу про течію в'язкої рідини навколо системи твердих тіл, що обертаються навколо спільної осі з різними кутовими швидкостями Ω_1 і Ω_2 . Система тіл складається з двох дисків або з диска і конуса. Припускається, що спільна вісь системи тіл розташована вертикально, а течія рідини – стаціонарна, безхвильова і осесиметрична.

Вводиться циліндрична система координат (r, φ, z) , що зв'язана з поверхнею нижнього диска: координата z направлена вдовж осі дискової системи, r і φ – полярні радіус і кут в площині, яка є перпендикулярною до осі Oz . Диференціальні рівняння імпульсу й нерозривності, які описують течію в'язкої рідини, в наближенні прилежового шару мають вигляд

$$\rho \left(u \frac{\partial u}{\partial r} + w \frac{\partial u}{\partial z} - \frac{v^2}{r} \right) = \frac{\partial \tau_{rz}}{\partial z}, \quad \frac{\partial p}{\partial z} = 0,$$
$$\rho \left(u \frac{\partial v}{\partial r} + w \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{uv}{r} \right) = \frac{\partial \tau_{z\varphi}}{\partial z}, \quad \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{u}{r} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0,$$

де u, v, w – компоненти вектора швидкості рідини в напрямку осей координат, p – тиск, ρ – густина рідини, $\tau_{rz}, \tau_{z\varphi}$ – компоненти тензора в'язких напружень.

Система диференціальних рівнянь доповнюється степеневою реологічною моделлю в'язкої рідини, а також крайовими умовами «прилипання» на твердих поверхнях. За допомогою автотельних змінних вихідна задача зводиться до одновимірної крайової задачі, розв'язок якої знаходиться чисельно, з використанням пакета Matlab. Розглядалися системи тіл, що складаються з двох дисків, а також з диска і конуса. Проведені розрахунки для випадків, коли обертається одне з системи тіл, а інше нерухоме, а також, коли обидва тіла обертаються в одному чи в протилежних напрямках.

К. фіз.-мат. н. Козакова Н.Л., Шейченко П.О.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

ЗАСТОСУВАННЯ ЕВРИСТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ КРЕДИТНОГО ПОРТФЕЛЮ БАНКУ

Існуючи методи та критерії оцінки якості кредитних портфелів не завжди дозволяють об'єктивно оцінити й передбачити потенційні загрози фінансовій стабільності банків. Про це свідчить високий рівень проблемних кредитів банків України. З огляду на це, актуальною стає задача побудови математичної моделі формування кредитного портфелю комерційного банку.

Розглянута задача двокритеріальної оптимізації визначення вектору $x = \{x_j\}, j = \overline{1, N}$, який максимізує прибуток за рахунок видачі кредитів та мінімізує загальне значення ризику:

$$E(x) = \mathop{\text{a}}_{i=1}^N k_j(1 + d_j t_j)x_j \text{ ® max, } R(x) = \frac{1}{N} \mathop{\text{a}}_{i=1}^N P_j k_j(1 + d_j t_j)x_j \text{ ® min}$$

за умов $\mathop{\text{a}}_{j=1}^N k_j x_j \leq F, x_j \in \{0, 1\}$,

де N – кількість позичальників; k_j – сума кредиту, що запитує j -тий позичальник, t_j – термін, на який j -тий позичальник бере кредит; x_j – булева змінна, що приймає значення 1, якщо кредит k_j видається, в іншому випадку приймає значення 0, d_j – відсотки за користування j -тим кредитом; P_j – значення ймовірності невиконання позичальником обов'язків, щодо повернення кредиту і відсотків $k_j(1 + d_j t_j)x_j$; F – сума вільних пасивів банку у даний момент.

Для розв'язання задачі було запропоновано застосування методів згортки критеріїв для переходу до однокритеріальної задачі умовної оптимізації, метод штрафних функцій для зведення до задачі безумовної оптимізації, яку розв'язано евристичними алгоритмами (генетичний, міметичний алгоритми та алгоритм бджолиного рою).

Прозор Д.Є., к. фіз.-мат. н. Тонкошкур І.С.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕНОСУ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН У ПІДЗЕМНИХ ВОДАХ

Захист підземних вод від забруднення – важлива проблема екологічної безпеки. Одним зі способів захисту ґрунтових вод є створення в потоці гідродинамічних бар'єрів, що перешкоджають просуванню забруднень, за допомогою нагнітальних і відкачувальних свердловин. Область забруднень та ефективність таких бар'єрів можна визначити шляхом математичного моделювання процесу.

В даній роботі розглядається планова задача про взаємодію забрудненого потоку води з потоком чистої води від нагнітальних свердловин. Диференціальні рівняння фільтрації і перенесення забруднень, що описують цей процес, мають вигляд

$$\frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} = 0,$$
$$D \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} \right) - V_x \frac{\partial \varphi}{\partial x} - V_y \frac{\partial \varphi}{\partial y} = n \frac{\partial \varphi}{\partial t},$$

де H – п'єзометричний напір, φ – концентрація домішок, V_x, V_y – компоненти вектора швидкості $V = -k \text{ grad } H$, k, D – коефіцієнти фільтрації і дифузії, n – ефективна пористість. Система диференціальних рівнянь доповнюється початковою умовою та крайовими умовами першого і другого роду на межі розрахункової області.

Для чисельного інтегрування диференціальних рівнянь застосовувались скінченно-різницеві методи з використанням математичного пакета Matlab. Розрахункова область включала джерело забруднення, водозабірну свердловину та розташований між ними гідродинамічний бар'єр, який уявляв собою одну або декілька свердловин, через які закачувалась незабруднена вода. Проведені розрахунки при різній кількості нагнітальних свердловин і при різному їх розташуванні відносно джерела забруднення та водозабірної свердловини.

Д. техн. н. Самохвалов С. Є.

Дніпровський державний технічний університет

**ЗАКОНИ РУХУ КАЛІБРУВАЛЬНО ЗАРЯДЖЕНОЇ МАТЕРІЇ
В КАЛІБРУВАЛЬНИХ ТЕОРІЯХ ГРАВІТАЦІЇ**

В даній роботі доведено наступне.

Твердження. В будь-якій $G_M^g = V^g \times T_M^g$ - симетричній теорії гравітації і калібрувальної взаємодії внутрішньої симетрії:

1) при виконанні рівнянь гравітаційного поля $\nabla_\sigma B_m^{\mu\sigma} = -T_m^\mu$ та калібрувального поля внутрішньої симетрії $\nabla_\sigma B_i^{\mu\sigma} = -I_i^\mu$ (на гравітаційній та калібрувальній екстремалях):

а) виконується закон руху калібрувально зарядженої матерії

$$\nabla_\sigma \tau_n^\sigma = \tau_m^\mu F_{\mu n}^m - j_i^\mu F_{\mu n}^i;$$

б) виконується рівняння $G_\xi \partial_n \psi^\xi = 0$, котре скрізь, де виконується умова $\text{rank}(\partial_n \psi^\xi) = f$, еквівалентне рівнянню поля матерії $G_\xi = 0$;

2) при виконанні рівнянь калібрувального поля $\nabla_\sigma B_i^{\mu\sigma} = -I_i^\mu$ (на екстремалі калібрувального поля):

а) виконується рівняння переносу калібрувального заряду матерії

$$\nabla_\sigma j_i^\sigma = j_j^\mu F_{ki}^j A_\mu^k;$$

б) виконується рівняння переносу енергії-імпульсу калібрувального поля

$$\nabla_\sigma \theta_n^\sigma = \theta_m^\mu F_{\mu n}^m + j_i^\mu F_{\mu n}^i;$$

3) при виконанні рівнянь поля матерії $G_\xi = 0$ (на екстремалі поля матерії):

а) виконується закон руху калібрувально зарядженої матерії

$$\nabla_{\sigma} \tau_n^{\sigma} = \tau_m^{\mu} F_{\mu n}^m - j_i^{\mu} F_{\mu n}^i ;$$

б) при додатковому припущенні виконання рівнянь гравітаційного поля

$$\nabla_{\sigma} B_m^{\mu\sigma} = -T_m^{\mu} \text{ виконується рівняння } (I_i^{\mu} + \nabla_{\sigma} B_i^{\mu\sigma}) F_{\mu n}^i = 0, \text{ котре}$$

еквівалентне частині рівнянь калібрувального поля;

в) при додатковому припущенні виконання рівнянь калібрувального

$$\text{поля } \nabla_{\sigma} B_i^{\mu\sigma} = -I_i^{\mu}, \text{ а також збереження повної енергії-імпульсу } \nabla_{\mu} T_m^{\mu} = 0,$$

виконується рівняння $(\nabla_{\nu} B_n^{\mu\nu} + T_n^{\mu}) F_{\mu n}^n = 0$, котре еквівалентне частині

рівнянь гравітаційного поля.

Цей результат не залежить від конкретного виразу для лагранжіанів і є наслідком лише калібрувальної інваріантності теорії.

Ткачук М. А., Грабовський А. В., Ткачук М. М., Третяк В. В.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ КОНТАКТНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ТІЛ В УМОВАХ ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ

Як відомо, елементи сучасних конструкцій у багатьох випадках працюють в умовах інтенсивного навантаження, пластичних деформацій та контактної взаємодії. Це, наприклад, торсіонні вали підвісок бойових броньованих машин, елементи нагнітачів повітря танкових двигунів, стволи гармат, деталі гідрооб'ємних передач перспективних танкових трансмісій тощо. Відповідно, у зоні контактного сполучення та у інших частинах таких тіл можуть виникати пластичні деформації. Отже, для аналізу їх напружено-деформованого стану (НДС) необхідно залучити математичну модель, у якій поєднуються два або три типи нелінійностей: структурна (контакт), фізична (пружно-пластичне деформування), а у деяких випадках – геометрична (за великих деформацій). Це призводить до аналізу процесів, залежних від історії навантаження. Таким чином, розв'язувальні співвідношення слід формувати у припущеннях. При дискретизації постановок, наприклад, із залученням методів скінченних або граничних елементів, здійснюється покрокове розв'язання задач аналізу НДС контактуючих тіл. Відповідно, визначаються розподіли контактної тиску, напружень та переміщень, а також характерів їх зміни залежно від параметру навантаження.

У багатьох випадках необхідно розв'язати не стільки пряму задачу аналізу НДС, а насамперед – задачу обґрунтування таких технічних рішень, які забезпечують міцність, працездатність та довговічність досліджуваних конструкцій. Зокрема, у множині визначальних складових технічних рішень входять технологічні режими при здійсненні операцій у ході виготовлення елементів конструкцій. А це, у свою чергу, створює можливість цілеспрямованого пошуку прогресивних технічних рішень. Задля цього залучається підхід на основі теорії узагальненого параметричного моделювання. Саме він робить математичну модель

варіативною, змінюваною, гнучкою.

Так, для торсіонних валів застосовується операція заневолення. Важливими чинниками при цьому є створення пластичних деформацій, як у стеблі торсіонного вала, так і у його голівці, яка знаходиться у шліцевому контактному з'єднанні із спряженою деталлю. Якраз поєднання контактної взаємодії та пластичних деформацій у зоні шліцевого з'єднання створює якісну та кількісну відмінність НДС від тих варіантів, у яких один із цих чинників не враховується. Для гарматних стволів одним із варіантів зміцнення є застосування операцій автофретування. Попереднє технологічне навантаження створює залишковий пружно-пластичний стан, який є сприятливим для зниження рівня напружень при суперпозиції технологічного і робочих станів. Подібна ж ситуація – і при попередньому розгоні робочих коліс нагнітачів повітря танкових двигунів до частот обертання, вищих за робочий діапазон.

Для гідропередач перспективних танкових трансмісій важливим чинником є створення негомогенного дискретно зміцненого приповерхневого шару у контактуючих елементах конструкції. Така технологічно породжена мікроструктура створює сприятливий НДС при подальших експлуатаційних навантаженнях.

Наведені випадки ілюструють важливість поставленої задачі контактної взаємодії в умовах пружно-пластичного деформування матеріалів. Для розв'язання подібних задач розроблені моделі та методи досліджень, що враховують усі зазначені чинники. Задля аналізу НДС елементів досліджуваних конструкцій побудована інкрементальна постановка. Сформовані функціонали у прирощеннях компонент НДС та контактного тиску. Із умов екстремальності таких функціоналів визначаються області контакту, розподіли контактного тиску та НДС, а також рівні пластичних деформацій і залишкові напруження та деформації.

Ткачук М. М., Грабовський А.В, Ткачук М. А., Волошина І.О.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ПРОЦЕСІВ І СТАНІВ В ЕЛЕМЕНТАХ ВІТЧИЗНЯНИХ БОЙОВИХ МАШИН

Як свідчить практика бойових дій, у сучасних умовах принциповою перешкодою до забезпечення підвищеної потужності, працездатності та ресурсу елементів машин військового призначення, зокрема, унікальних вітчизняних танкових двигунів, є вичерпані можливості традиційних технічних рішень основних елементів та систем. У першу чергу це стосується високооберткових елементів, зокрема, турбін та роторних частин нагнітачів повітря, а також бортових трансмісій бронетанкової техніки, рушіїв та їх інших систем. Так, високі швидкості обертання спричиняють динамічні процеси, які призводять до проблем із міцністю, жорсткістю та стійкістю руху. Із метою обґрунтування прогресивних технічних рішень цих елементів необхідні відповідні дослідження нелінійних фізико-механічних процесів, що супроводжують експлуатаційні навантаження. Якраз дослідження їх напружено-деформованого стану (НДС) за пружно-пластичних деформацій, а також жорсткісних властивостей пружних опор із урахуванням натягів, зазорів і контактів, та стійкості їх руху створює основу для установлення закономірностей впливу параметрів на характеристики динамічних процесів і станів. Відповідно, на цій основі розроблятимуться рекомендації стосовно обґрунтування прогресивних технічних рішень високооберткових елементів машин військового призначення, зокрема, унікальних вітчизняних танкових двигунів трансмісій та систем підресорювання бойових машин, рушіїв, систем озброєння тощо, із тактико-технічними характеристиками (ТТХ) на сучасному світовому рівні.

Мета роботи – створення удосконалених моделей та методів, а також дослідження та установлення закономірностей впливу проєктно-технологічних чинників на міцність, жорсткість та стійкість руху ЕВМ, зокрема високооберткових

елементів танкових двигунів, трансмісій, рушіїв, систем озброєння тощо, та розробка на основі одержаних результатів рекомендацій щодо підвищення рівня їх технічних і ТТХ.

Досягнення цієї мети передбачає виконання наступних завдань: розроблення удосконалених нелінійних моделей НДС ЕВМ із урахуванням контактної взаємодії та пружно-пластичного деформування; створення удосконалених нелінійних моделей НДС опорних ЕВМ із урахуванням зазорів та натягів; створення моделей та методів досліджень критичних швидкостей обертання елементів військових машин; здійснення досліджень НДС та критичних швидкостей обертання ЕВМ за варійованих проектно-технологічних параметрів і режимів експлуатації; установлення закономірностей впливу варійованих параметрів на технічні характеристики ЕВМ; формування рекомендацій із підвищення технічних характеристик ЕВМ задля збільшення їх ресурсу та потужності.

Загальний підхід до здійснення досліджень.

Основна ідея підходу – про необхідність, важливість та ефективність не набору ізольованих, а саме комплексних досліджень впливу варійованих параметрів ЕВМ на їх міцність, жорсткість і стійкість руху та рівень технічних і тактико-технічних характеристик цих елементів у цілому.

Для обґрунтування прогресивних технічних рішень ЕВМ сформовані наступні напрямки вирішення загальної проблеми:

1) традиційні моделі, методи і методики розрахунку ЕВМ вичерпали свої можливості щодо підвищення їх ТТХ, оскільки не враховують суттєво більш інтенсивні режими навантажень та нелінійні процеси і стани, що при цьому виникають; це спонукає до здійснення досліджень, які враховують вплив комплексу чинників на процеси і стани у цих елементах;

2) елементи військових машин вийшли на межі своїх характеристик, з метою подолання котрих необхідні їх нові технічні рішення задля підвищення працездатності, надійності та ресурсу роботи;

3) прогресивні технічні рішення ЕВМ можливі не на основі частинних критеріїв за міцністю, жорсткістю та стійкістю руху, а за комплексом цих критеріїв у їх взаємозв'язку;

4) дослідження процесів і станів у ЕВМ необхідно будувати не на традиційних спрощених лінійних чи лінеаризованих моделях, а на нових створюваних нелінійних моделях, які хоч і більш складні, проте і більш адекватні, а результати та рішення, отримувані із їх застосуванням, – більш обґрунтовані та прогресивні.

Для досягнення завдань досліджень задіяні наступні вихідні положення.

1. Задля підвищення потужності вітчизняних військових машин, що дає можливість досягти та перевершити світовий рівень показників їх питомої енергонасиченості, доцільно варіювати не один або ж кілька проектно-технологічних параметрів, а їх множину, при цьому не порушуючи цілісність досліджуваної моделі та взаємозв'язки окремих елементів.

2. Задля більш ефективного використання властивостей ЕВМ раціональним є створення у них сприятливого попереднього напруженого стану шляхом технологічних операцій із режимами навантаження вище робочого діапазону.

3. Для визначення НДС елементів машин військового призначення, що піддаються впливу динамічного навантаження, ефективним, адекватним і точним є моделювання процесу не за спрощеними, а за повними (нелінійними) моделями, що враховують історію навантаження.

4. Жорсткісні характеристики опорних елементів військових машин, на відміну від лінійних моделей, що застосовуються, є суттєво нелінійними. Це спонукає для їх визначення здійснювати окреме дослідження деформування елементів цих опор у їх контактній взаємодії.

При здійсненні досліджень пропонується підхід, який поєднує аналіз міцності, жорсткості та стійкості руху елементів військових машин, зокрема, високооберткових елементів танкових двигунів, трансмісій, рушіїв, систем озброєння тощо на основі єдиної комплексної нелінійної математичної моделі процесів і станів та обґрунтування за цими критеріями відповідних технічних

рішень задля підвищення їх ТТХ. Новизною цього підходу, по-перше, є об'єднання на єдиній методологічній основі, з одного боку, проєктних, технологічних, експлуатаційних чинників, а, з іншого, – математичних та чисельних моделей фізико-механічних процесів і станів, які в них реалізуються, а по-друге, урахування не одного, а комплексу критеріїв при формуванні рекомендацій із підвищення технічного рівня елементів та військових машин у цілому. Отже, на відміну від існуючих, такий підхід створює можливість не тільки адекватного моделювання досліджуваних процесів і станів, але й забезпечення необхідного рівня технічних характеристик ЕВМ шляхом цілеспрямованого варіювання проєктно-технологічних параметрів. Крім того, новизна підходу полягає у розвитку нових єдиних узагальнених математичних моделей НДС при пружно-пластичному деформуванні, контактній взаємодії тіл складної форми та стійкості руху роторних систем. В основі цих моделей – варіаційні принципи типу Калькера, теорія варіаційних нерівностей, причому із урахуванням історії навантаження. При чисельній реалізації до досліджень ЕВМ адаптуються методи скінченних та граничних елементів, діаграми Кемпбелла, напіваналітичні експрес-моделі кільцевих структур. На основі застосування розроблених моделей та методів установлені закономірності впливу варіювання проєктно-технологічних параметрів на технічні характеристики елементів військових машин. Ці закономірності є базовими при обґрунтуванні прогресивних технічних рішень ЕВМ, які забезпечують підвищення їх ТТХ до сучасного світового рівня. Науково-методологічна обґрунтованість підходу, що пропонується, та його прикладна ефективність підтверджені, з одного боку, у серії досліджень, а з іншого – у низці попередньо розроблених рекомендацій щодо проєктно-технологічних рішень стосовно елементів систем озброєння, трансмісій, бронекорпусів та двигунів ББМ тощо. Вони пройшли перевірку та підтвердження ефективності, у т.ч. – у ході бойових дій.

У ході досліджень створені:

1. Розвинений та адаптований метод узагальненого параметричного моделювання фізико-механічних процесів і станів у ЕВМ за рахунок його

розвитку задля застосування на новій, доповненій множині проектно-технологічних та експлуатаційних чинників, що, на відміну від попередніх розробок, дає можливість забезпечувати необхідний рівень їх міцності, жорсткості та стійкості руху.

2. Нові засоби досліджень у вигляді спеціалізованих програмних модулів та параметризованих чисельних моделей, які, на відміну від традиційних, дають можливість здійснення багатоваріантних досліджень та цілеспрямованого поліпшення технічних рішень ЕВМ за критеріями міцності, жорсткості та стійкості руху.

3. Нова методологія досліджень, яка базується на побудові більш адекватних комплексних нелінійних моделей із урахуванням контактної взаємодії та пружно-пластичного характеру деформування матеріалів, а також динаміки роторних систем.

Математичні моделі процесів і станів у елементах конструкцій.

Розроблені математичні моделі процесів і станів у елементах конструкцій базуються в основному на варіаційних формулюваннях. Зокрема, основою досліджень напружено-деформованого стану при сумісному урахуванні пластичного деформування та контактної взаємодії є варіаційний принцип Калькера та підходи теорії варіаційних нерівностей

Удосконалення моделей стосується двох аспектів.

Перший із них полягає у розгляді досліджуваних процесів і станів у прирощеннях. Це дає можливість урахувувати вплив історії навантаження. Такі інкрементальні постановки, крім того, зводять поставлені задачі до послідовності проблем пошуку екстремумів певних функціоналів. Структура цих функціоналів є сталою, а властивості матеріалів формуються за результатами обчислень на попередніх етапах. Отже, цим самим ураховуються особливості фізичних процесів і станів, з одного боку, а, з іншого, – створюються можливості поширення області застосовності попередньо розроблених математичних моделей, а також чисельних методів і алгоритмів, на більш широкий клас задач.

Інший аспект полягає в інтеграції у створювані математичні моделі

узагальнених параметрів (структура, склад, форма, розміри, властивості матеріалів тощо). Це дає можливість, по-перше, створювати моделі конкретних технічних об'єктів, а, по-друге, – варіювати ці параметри. Останнє створює принципові переваги для спрямованого пошуку раціональних технічних рішень у елементах досліджуваних конструкцій за критеріями міцності та жорсткості.

Зазначені аспекти визначають принципові переваги моделей, що пропонуються, оскільки вони поєднують і математичну строгість, і ефективність чисельної реалізації, а також прикладну спрямованість.

Що стосується визначення критичних режимів руху, то на основі варіаційних формулювань удається визначати спектри частот і форм власних частот коливань роторних систем. Важливою перевагою при цьому є те, що вдається використовувати ті ж чисельні моделі досліджуваних об'єктів, що і при аналізі НДС. Отже, зберігаються усі зазначені їх переваги.

Об'єкти досліджень процесів і станів.

Як ілюстрації застосовності розробленого підходу та математичних і чисельних моделей розглянуті різні об'єкти. Зокрема, це елементи нагнітачів повітря танкових двигунів, трансмісій та систем підресорювання бойових машин, рушіїв, систем озброєння тощо. Саме для цих об'єктів актуальними є проблеми міцності та жорсткості, коливань та стійкості руху. Заявлені підходи та створені математичні моделі дають можливості обґрунтування прогресивних технічних рішень для ЕВМ із високими технічними характеристиками. Ці можливості частково уже реалізовані у ході прикладних досліджень.

Здійснені розробки та дослідження дають підстави для таких висновків.

1. У ході розробок створено підхід, який об'єднує, з одного боку, строгу математичну постановку задач аналізу міцності, жорсткості, коливань та стійкості руху елементів військових машин, а, з іншого, – прикладну спрямованість на об'єкти у цій конкретній предметній області. Це є перевагою у сучасних умовах, оскільки є необхідність здійснення оперативних досліджень із високим ступенем адекватності та точності обчислень.

2. Важливою перевагою побудованих математичних моделей є варіаційне

формулювання, що орієнтує їх на широкий клас об'єктів, процесів і станів.

3. Із використанням розроблених моделей досягнуто високі технічні характеристики низки елементів військових машин.

У подальшому планується застосувати запропоновані розробки до досліджень широкого класу об'єктів.

Список використаних джерел:

1. Bobyr', N.I.; Koval', V.V. Damage Contribution to the Assessment of the Stress-Strain State of Structure Elements. *Strength of Materials*. May 2017, vol. 49, iss. 3, pp. 361–368.
2. Бобир М. І., Бабенко А. Є., Лавренко Я. І., Халімон О. П. Динаміка та довговічність високошвидкісних прецизійних центрифуг: Монографія. Нац. техн. ун-т України «КПІ імені Ігоря Сікорського». Київ: А, 2017. 171с.
3. Kozachok O. P., Slobodian B. S., Martynyak R. M. Contact between an elastic body and a rigid base with periodic array of quasielliptic grooves partially filled with liquid wetting the surfaces of the bodies. *Journal of Mathematical Sciences*. 2019, vol. 240, no. 2, pp. 162–172.
4. Nachkevych O.R., Kushnir R.M. Selected Problems of the Mechanics of Coupled Fields. *Journal of Mathematical Sciences*. 2018, vol. 229, no. 2, pp. 115–132.
5. Чепков І. Б. Першочергові завдання у військово-технічній сфері, що впливають із Закону України «Про національну безпеку України». Проблеми координації воєнно-технічної та оборонно-промислової політики в Україні. Перспективи розвитку озброєння та військової техніки. VI Міжн. наук.-практ. конф. Тези доп. 2018. С. 20–24.
6. Чепков І.Б. Використання передових наукових знань, технологічних розробок та інновацій для зміцнення обороноздатності держави та досягнення військової переваги у технологічній сфері. *Вісник Національної академії наук України*. 2021. № 6. С. 59–62.
7. Гусяков О.М., Довгополий А.С., Чепков І.Б. Критичні технології для створення наземних робототехнічних комплексів важкого та середнього класів. *Озброєння та військова техніка*. 2020. С. 24–34.
8. Barber J.R. Contact Mechanics. Springer International Publishing. 2018. 585 p.
9. Andrew Feickert The Army's Optionally Manned Fighting Vehicle (OMFV) Program: Background and Issues for Congress. *Congressional Research Service Report for Members and Committees of Congress, updated July 13, 2020/* <https://fas.org/sgp/crs/weapons/R45519.pdf>.
10. An Assessment of U.S. Military Power. In: The Heritage Foundation 2021, p. 337–354 https://www.heritage.org/sites/default/files/2020-11/2021_IndexOfUSMilitaryStrength_ASSESSMENT_POWER_ALL.pdf.
11. Tkachuk M. [A numerical method for axisymmetric adhesive contact based on Kalker's variational principle](#). *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018, vol. 3, iss. 7(93), pp. 34–41.
12. Ткачук М. А., Грабовський А. В., Ткачук М. М., Клочков І. Є. та інш. Теоретичні основи обґрунтування прогресивних рішень високообертових елементів конструкцій машин військового та цивільного призначення за критеріями міцності та стійкості руху. *Вісник Національного технічного університету «ХПИ»*. Серія: *Машинознавство та САПР*. 2022. № 1. С. 79–84.

Ткачук М.А., Кравченко С.О., Ткачук Г.В., Сєриков В.І., Зінченко О.І.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

**РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КОМПОЗИЦІЙНОГО ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХНІ ТА ОБ'ЄМУ МАТЕРІАЛІВ
НА ОСНОВІ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ І
СТАНІВ ЕЛЕМЕНТІВ ВИРОБІВ ДЛЯ ОБОРОННОЇ ТА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ
ГАЛУЗЕЙ**

З метою вирішення масштабних проблем, які натеper постали перед Україною, конче необхідні інноваційні рішення, втілені у різних галузях економіки, оборони та інших сторонах суспільного життя. Зокрема, серед найбільш значимих – виклики у сфері забезпечення обороноздатності та енергетичної безпеки.

За економічних та безпекових обставин, що на сьогодні склалися, розробка та застосування інноваційних технологій, адаптованих до умов та потреб України, є найбільш прогресивним шляхом розвитку. До них висуваються наступні вимоги: проривний характер; наукова обґрунтованість; висока ефективність; помірні ресурсні вимоги; оперативність; реалізація на базі існуючого обладнання.

У руслі вирішення найбільш актуальних, масштабних та важливих для України проблем протягом останнього часу колективом авторів Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» та інших підприємств і установ науково обґрунтовано, розроблено, удосконалено та впроваджено у виробництво комплекс інноваційних технологій композиційного зміцнення поверхні та об'єму матеріалів виробів для оборонної та енергетичної галузей України.

Основною принциповою новизною та перевагою розроблених технологій зміцнення є те, що, на відміну від традиційних і технологій зміцнення, які прагнуть до створення однорідної суцільної зміцненої поверхневої зони на поверхні виробу, навпаки, застосовується принцип генерування суттєво

неоднорідних у плані та (або) за товщиною приповерхневих структур зміцненого матеріалу на елементах машин, споруд, обладнання, а також технологічно зміцнених у їх об'ємі матеріалів за неоднорідного цілеспрямованого розподілу пластичних деформацій.

Таким чином, суть роботи полягає у тому, що замість суцільної гомогенності висувається на перший план принцип контрольованої композиційності. Це уможлиблює досягнення якісно нових та кількісно переважаючих технічних характеристик виробів для оборонної та енергетичної галузей.

Із метою створення методологічних засад для розв'язання прикладних задач розроблено удосконалені варіаційні формулювання, які описують процеси і стани, що реалізуються у елементах досліджуваних конструкцій на етапах виготовлення, експлуатації та бойового застосування. Ці варіаційні формулювання базуються на варіаційних принципах Калькера і теорії варіаційних нерівностей. Дискретизація задач здійснюється шляхом розвитку та адаптації методів скінченних або граничних елементів. Задля спрямованості на певний клас об'єктів залучено теорію узагальненого параметричного моделювання, яка реалізована у вигляді спеціалізованих програмно-модельних комплексів.

У ході розробок обґрунтовано раціональні технологічні режими зміцнення робочих поверхонь відповідальних деталей, а також розроблене та виготовлене обладнання і технологічне оснащення.

На цій основі створено й освоєно виробництво низки двигунів для військової та цивільної техніки із підвищеними технічними і тактико-технічними характеристиками, а також агрегатів, вузлів та систем: елементи танкових трансмісій, автомобільних двигунів для військової техніки, стволи танкових гармат, елементи підвіски та ходових частин танків та боєприпасів тощо.

Секція 2

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ

К. техн. н. Авраменко В. І.

Дніпровський державний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК РОЗПОДІЛУ

ВИПАДКОВИХ ПРОМЕНІВ З ТОЧКОВОГО ДЖЕРЕЛА

При моделюванні плоскої задачі промені виходять з точкового джерела і

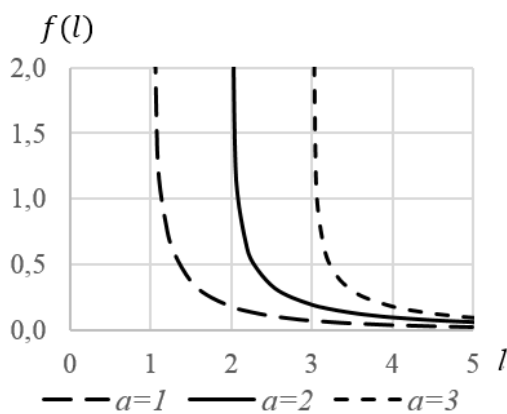


Рис. 1. Графіки щільностей розподілу довжин променів на осі

проходять через довільну точку, кожна з координат якої x та y рівномірно розподілені на інтервалі $(-1, 1)$ і задовольняють умові $x^2 + y^2 < 1$. Модуль довжини променя до перетину з віссю $|l| = a/\cos\alpha$, де кута α має рівномірний розподіл на інтервалі $(-\pi/2, \pi/2)$, a – відстань джерела від прямої. З використанням формул функцій випадкових величин отримуємо

вирази

$$f(l) = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{a}{l \cdot \sqrt{l^2 - a^2}}; \quad F(l) = \frac{2}{\pi} \arccos \frac{a}{l}; \quad a < l < \infty$$

На рисунку 1 наведені графіки щільності для різних значень a , максимальні значення щільності досягаються при $l \rightarrow a$, коли $f(l) \rightarrow \infty$.

Математичне сподівання не визначене, півширота розподілу $d(l) = a\sqrt{2}$.

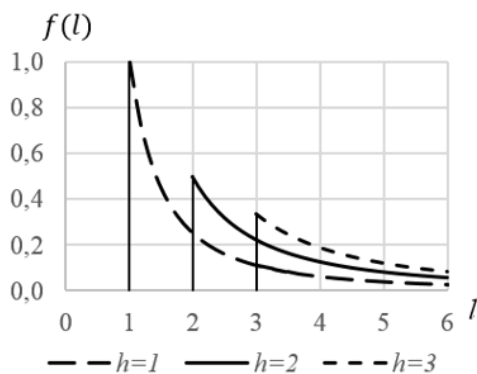


Рис. 2 Графіки щільностей розподілу довжин променів над площиною

Дещо інший характер розподілу довжин променів має місце, коли джерело розташоване над площиною на відстані h . В цьому випадку промені з точкового джерела проходять через точку, координати якої задовольняють умові $x^2 + y^2 + z^2 < 1$, де, як і вище, x , y та z рівномірно розподілені на інтервалі $(-1, 1)$. Тоді

азимутальний кут φ рівномірно розподілений на інтервалі $(-\pi, \pi)$, а полярний кут $\theta \in (0, \pi/2)$ має щільність розподілу $f(\theta) = \sin(\theta)$. Довжина променя до перетину з площиною $|l| = h / \cos \theta$. За стандартними перетвореннями отримуємо

$$f(l) = \frac{h}{l^2} ; \quad F(l) = 1 - \frac{h}{l} ; \quad h < l < \infty .$$

На рисунку 2 наведені відповідні графіки. Математичне сподівання не визначене, пів широта $d(l) = 2h$. Максимальні значення щільності дорівнюють

$$f_{max} = f(h) = 1/h .$$

Іншою характеристикою розподілу випадкових променів з точкового джерела є довжина проєкцій променів p на екран.

Для плоскої моделі $|p| = a \cdot \operatorname{tg} \alpha$, де як і вище, кут α рівномірно розподілений на інтервалі $(-\pi/2, \pi/2)$. В результаті перетворень отримуємо

$$f(p) = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{a}{a^2 + p^2} \quad F(p) = \frac{2}{\pi} \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{p}{a} \quad 0 < p < \infty .$$

Отримано “половину” розподілу Коші, тому що аргумент p приймає тільки додатні значення. Математичне сподівання не визначене, пів широта розподілу $d(p) = a$. Максимальні значення щільності $f(0) = \frac{2}{a \cdot \pi}$;

$$\text{при } p \rightarrow \infty \quad f(p) \rightarrow 0 .$$

На рисунку 3 наведені графіки щільності для різних значень відстані a .

При аналізі розподілу довжин проєкцій випадкових променів з точкового джерела над площиною слушне $p = h \cdot \operatorname{tg} \theta$, де полярний кут $\theta \in (0, \pi/2)$, як показано вище, має щільність розподілу $f(\theta) = \sin(\theta)$. Після

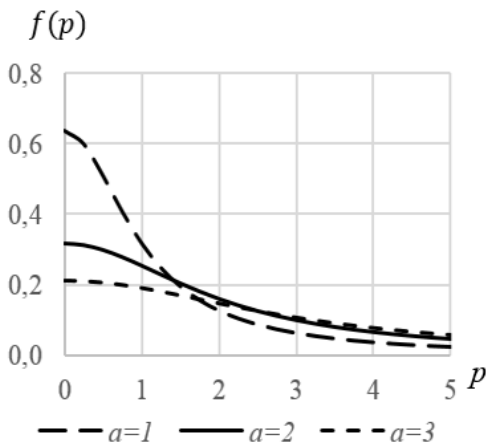


Рис. 3. Графіки щільностей розподілу довжин проєкцій променів на вісь.

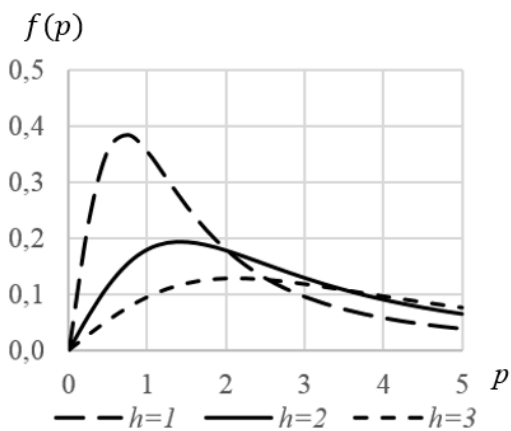


Рис. 4. Графіки щільностей розподілу довжин проєкцій променів на площину

відомих перетворень отримуємо

$$f(p) = h \cdot \frac{p}{(h^2+p^2)^{3/2}}; F(p) = 1 - \frac{h}{\sqrt{h^2+p^2}} \quad 0 < p < \infty .$$

Як і вище, математичне сподівання не визначене, півширота $d(p) = h \cdot \sqrt{3}$. На відміну від плоскої задачі, залежності щільності від аргументу не є монотонними (див. рисунок 4), абсциси максимумів $p_{f_{max}} = h/\sqrt{2}$.

Отримані результати свідчать про суттєву відмінність параметрів розподілу плоскої і просторової задач для точкового джерела випадкових променів.

Студ. Анісімов Д.О., к. техн. н. Клімов Р.О.

Дніпровський державний технічний університет

ОПТИМІЗАЦІЯ ХАРАКТЕРИСТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ ОТРИМАННЯ СТІЙКИХ ДО РОЗШАРУВАННЯ РІДИННИХ СУМІШЕЙ

Використання водомазутних палив може бути рекомендоване як один з основних способів зниження викидів при роботі теплотехнологічних установок. Отримання стійких до розшарування на протязі тривалого часу таких палив вимагає дуже великої кількості енергії, тому шляхом до енергозбереження є використання попередньо сконцентрованої внутрішньої енергії для об'ємного закипання водної фази палива. Основним параметром, що визначає дроблення розподілених часток води в мазуті, є початкова температура системи t в момент різкого скидання тиску. Цей параметр найбільшою мірою впливає на витрату енергії для отримання стійкого до розшарування водомазутного палива. Виходячи з цього основними параметрами регулювання процесу приготування стійкого до розшарування водомазутного палива є тиск насичення водної фази та відповідна йому температура системи, а також міжфазний натяг. Визначення оптимальних значень цих параметрів дозволить раціонально використовувати енергію в процесах приготування рідких палив.

Для побудови регресійних рівнянь, які пов'язують між собою відстань між розподіленими частками води в мазуті \mathcal{G} , критичний час процесу дроблення τ_{cr} , розміру краплі води R , відносного осередненого розміру суміжної частки δ , початкової температури системи t , та коефіцієнту натягу σ можна використати ортогональні композиційні плани другого порядку з ядром 2^4 . В оптимізаційній моделі процесу дроблення в якості опції мети візьмемо критичне значення відносної відстані між краплями \mathcal{G}_{cr} . Для прийнятих безрозмірних значень $x_1 = \frac{R-300}{200}$, $x_2 = \frac{\delta-0.5}{0.3}$, $x_3 = \frac{t-130}{15}$, $x_4 = \frac{\sigma-0.045}{0.025}$, в результаті рішення отримана стаціонарна точка функції Лагранжа

$$\begin{cases} x_1 = 0.846; \\ x_2 = -1.083; \\ x_3 = -0.715; \\ x_4 = 0.464. \end{cases} \quad (1)$$

Даному значенню ймовірно відповідає максимальна критична відстань на якій взагалі можливе дроблення розподілених часток води. У розмірному вигляді параметри x_1, x_2, x_3, x_4 приймають відповідні значення $R = 469.2$ мкм, $\delta = 0.175$, $t = 119.3$ °С, $\sigma = 56.6$ мН/м.

З отриманих результатів видно, що як і повинно бути, найменшими витратами характеризується дроблення великих часток (показує значення радіусу R характерне для грубодисперсної емульсії). Основними факторами варіювання вважаємо температуру і коефіцієнт міжфазного натягу. Проведені дослідження того, який взаємний вплив надають радіус частки, початкова температура і коефіцієнт міжфазного натягу один на одного і на параметр \mathcal{G}_{cr} , при цьому значення δ приймаємо рівним оптимальному.

Зменшення поверхневого натягу x_4 при визначеному x_1 призводить до значного зростання критичної відстані \mathcal{G}_{cr} . Найбільший вплив коефіцієнт міжфазного натягу має при низьких своїх значеннях та при достатньо великих початкових радіусах часток. Як показали розрахунки, для деяких значень x_1 та x_4 величина \mathcal{G}_{cr} має від'ємні значення, що вказує на неможливість дроблення часток при таких початкових параметрах системи і їх в цьому випадку необхідно змінювати.

Таким чином, за регресійними рівняннями, що пов'язують основні параметри водомазутної системи, разом з отриманою стаціонарною точкою функції Лагранжа можна визначити найменш енерговитратні первинні параметри системи та вказати на можливість отримання стійкого до розшарування водомазутного палива.

Асп. Бузовський Є. О.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

ПРО СТИСНЕННЯ НАБОРУ ЗОБРАЖЕНЬ ФОРМАТУ PNG

Формат зображень PNG має вбудований метод стиснення без втрат DEFLATE^[1] (поєднує LZ77 і кодування Хаффмана). Можливо збільшити коефіцієнт стиснення набору зображень, комбінуючи стиснення з втратами та додаткову обробку зображень. Було розглянуто такий набір кроків:

1. Застосування стиснення з втратами методом SVD^[2].
2. Поділ кожного зображення набору на рівні сегменти.
3. Групування сегментів різних зображень у нове, в результаті чого буде отримано новий набір зображень.

На етапі групування в одну групу потраплять найбільш схожі за своєю палітрою фрагменти.

Таким чином два зображення (рисунок 1) відтінків сірого мали загальний розмір 472 кБ, при застосуванні 2 та 3 кроків (рисунок 2) отримали 307кБ, тобто коефіцієнт стиснення 0.65.



Рисунок 1. Набір зображень



Рисунок 2. Результат застосування 2, 3 кроків

Попереднє застосування стиснення методом SVD покращує цей результат, що описано в таблиці 1.

Таблиця 1. Результати застосування стиснення методом SVD

Ранг стиснення SVD	Загальний розмір до перетворень	Загальний розмір після перетворень	Коефіцієнт стиснення
95	453 кБ	290 кБ	0.64
25	415 кБ	254 кБ	0.61

З результатів видно, що попереднє застосування стиснення з втратами та додаткових перетворень підвищує ефективність вбудованого методу стиснення формату PNG за рахунок зменшення палітри кольорів та збільшення однакових послідовностей пікселів у нових сформованих зображеннях.

Список використаних джерел:

1. McAnlisC. HowPNGWorks [Електронний ресурс] / ColtMcAnlis – Режим доступу до ресурсу: <https://medium.com/@duhroach/how-png-works-f1174e3cc7b7>.
2. Image Compression with Singular Value Decomposition [Електронний ресурс] / TimBaumann – Режим доступу до ресурсу: <http://timbaumann.info/svd-image-compression-demo>.

Магістр Грищенко А.А.

Дніпровський державний технічний університет

ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ВЛАСТИВОСТІ КВАНТОВИХ ЧИСЕЛ ЕЛЕМЕНТАРНИХ ЧАСТИНОК

Фізики різних галузей намагаються зрозуміти структуру та характеристики елементарних частинок. Наразі у сучасній науці відомо, що елементарні частинки мають такі характеристики як маса, заряд, спін та інші. Їх називають квантовими числами. В результаті проведених експериментів і теоретичних обчислень було зроблено висновок, що частинки відрізняються одна від одної цими квантовими числами. Отже, наприклад, якщо у результаті експерименту ми бачимо частинку з характеристиками: маса 0,5109 МеВ, спін 1/2, електричний заряд $-1,602 \cdot 10^{-19}$ Кл, то ми кажемо, що спостерігаємо електрон. Вважається, що елементарних частинок є скінчена кількість, або їх принаймні злічена кількість. Але що якщо ми можемо спостерігати елементарні частинки з такими характеристиками тому, що спостерігати саме такі квантові числа існує більша вірогідність, ніж будь-які інші квантові числа. Наприклад, для тих умов які на даному етапі науки можливо організувати в експерименті, існує найбільша вірогідність зустріти саме такі елементарні частинки, як ми зустрічаємо в експериментах. Але з подальшим розвитком науки, коли ми матимемо змогу реалізовувати все більш точні та різноманітні експерименти, ми будемо спостерігати все більше і більше нових елементарних частинок, з різним набором квантових чисел. У границі може виявитися, що немає дискретних квантових чисел, а всі вони, або хоча б деякі з них, є неперервними величинами.

З цього можна зробити висновок, що якщо правильно підібрати апаратуру та вірно поставити експеримент, то можливо отримати частинку з будь-якими наперед заданими квантовими числами.

Отже, на наш погляд, важливо зрозуміти чому те, що ми спостерігаємо як частинку, частіше зустрічаємо у експериментах із саме такими характеристиками, а не якимось іншими.

Докт. техн. н. Дранишников Л.В., здобувач Ріпа М.Ю.

Дніпровський державний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБКА МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЗНАНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Нечітка логіка добре використовується у різних задачах управління та моделювання. Загалом. Вона представляє собою логіку, що використовується для певного випадку, коли необхідно оперувати не числами а лінгвістичними змінними.

Оцінка роботи студента потребує врахування різної кількості факторів для різних ситуацій. Так, наприклад, дуже популярною стала робота у дистанційній формі навчання. Задля більш зручного виставлення оцінок, або навіть повної автоматизації потрібно враховувати нечіткі поняття оцінювання. А це вже дає досить розумні причини використовувати апарат нечіткої логіки, аби сформулювати правила та побудувати систему прийняття рішень, котра дозволить виставити оцінку.

Припустимо, що є задача оцінки якості дистанційної роботи студента за тиждень карантину. Графічний інтерфейс редактора FIS після визначення вхідних і вихідних змінних розроблюваної системи нечіткого виводу (СНВ) зображено на рисунку 1.

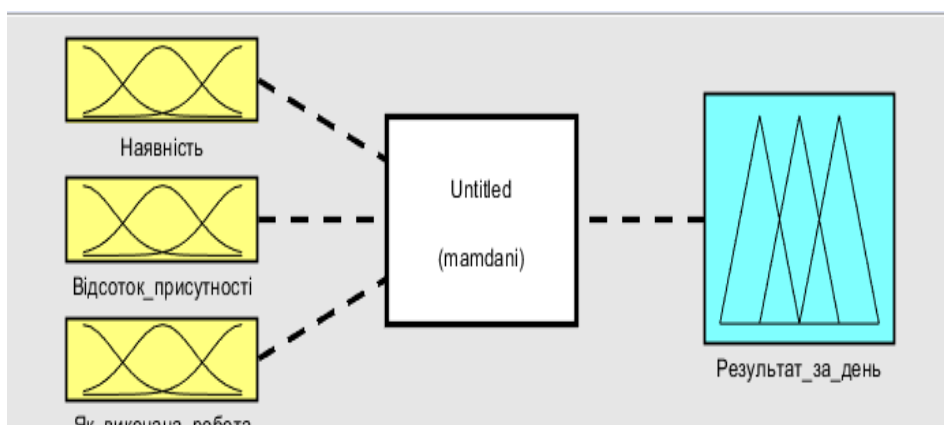


Рис. 1. Загальний вид СНВ для оцінки роботи студента за день

У кожній змінній, як вхідній так і вихідній виставляємо набір функцій приналежності типу trimf.

Тепер для кожної змінної виставляємо діапазони значень:

Для змінної «Наявність» діапазон значень від 0 до 1 (одиниця виміру – звичайне число), терм-множини {Був на занятті, Не був на занятті} і відповідні значення (0, 0, 0), (0.1, 0.5, 1).

Для змінної «Відсоток присутності» діапазон значень від 0 до 100 (одиниця виміру - відсоток), терм-множини {Дуже погано, Погано, Середнє, Відмінно} і відповідні значення (0 10 25), (25 35 50), (50 65 85), (85 95 100).

Для змінної «Як виконана робота» діапазон значень від 0 до 100 (одиниця виміру - відсоток), терм-множини {Дуже погано виконана, Погано виконана, Виконана середнє, Виконана відмінно} і відповідні значення (0 10 25), (25 30 40), (40 50 85), (85 90 100).

Значення вихідної змінної «Результат за день» були визначені в діапазоні від 0 до 20 (одиниця виміру - число); потім були додані 4 ФП із типом trimf, терм-множини {Дуже Погано, Погано, Добре, Відмінно}, а значення (0 3 5), (5 7 10), (10 13 15), (15 17 20).

За базу знань були сформульовані 21 правило управління (рис. 2).

1. If (Наявність is Був_на_занятті) and (Відсоток_присутності is Дуже_Погано) and (Як_виконана_робота is Дуже_Погано_Виконана) then (Результат_за_день is Дуже_Погано) (1)
2. If (Наявність is Був_на_занятті) and (Відсоток_присутності is Середнє) and (Як_виконана_робота is Дуже_Погано_Виконана) then (Результат_за_день is Дуже_Погано) (1)
3. If (Наявність is Був_на_занятті) and (Відсоток_присутності is Погано) and (Як_виконана_робота is Дуже_Погано_Виконана) then (Результат_за_день is Дуже_Погано) (1)
4. If (Наявність is Був_на_занятті) and (Відсоток_присутності is Відмінно) and (Як_виконана_робота is Дуже_Погано_Виконана) then (Результат_за_день is Погано) (1)
5. If (Наявність is Був_на_занятті) and (Відсоток_присутності is Дуже_Погано) and (Як_виконана_робота is Погано_Виконана) then (Результат_за_день is Погано) (1)
6. If (Наявність is Був_на_занятті) and (Відсоток_присутності is Середнє) and (Як_виконана_робота is Погано_Виконана) then (Результат_за_день is Погано) (1)
7. If (Наявність is Був_на_занятті) and (Відсоток_присутності is Погано) and (Як_виконана_робота is Погано_Виконана) then (Результат_за_день is Погано) (1)
8. If (Наявність is Був_на_занятті) and (Відсоток_присутності is Відмінно) and (Як_виконана_робота is Погано_Виконана) then (Результат_за_день is Погано) (1)
9. If (Наявність is Був_на_занятті) and (Відсоток_присутності is Дуже_Погано) and (Як_виконана_робота is Виконана_Середнє) then (Результат_за_день is Погано) (1)
10. If (Наявність is Був_на_занятті) and (Відсоток_присутності is Погано) and (Як_виконана_робота is Виконана_Середнє) then (Результат_за_день is Погано) (1)
11. If (Наявність is Був_на_занятті) and (Відсоток_присутності is Середнє) and (Як_виконана_робота is Виконана_Середнє) then (Результат_за_день is Добре) (1)
12. If (Наявність is Був_на_занятті) and (Відсоток_присутності is Відмінно) and (Як_виконана_робота is Виконана_Середнє) then (Результат_за_день is Добре) (1)
13. If (Наявність is Був_на_занятті) and (Відсоток_присутності is Дуже_Погано) and (Як_виконана_робота is Виконана_Відмінно) then (Результат_за_день is Добре) (1)
14. If (Наявність is Був_на_занятті) and (Відсоток_присутності is Погано) and (Як_виконана_робота is Виконана_Відмінно) then (Результат_за_день is Добре) (1)
15. If (Наявність is Був_на_занятті) and (Відсоток_присутності is Відмінно) and (Як_виконана_робота is Виконана_Відмінно) then (Результат_за_день is Відмінно) (1)
16. If (Наявність is Був_на_занятті) and (Відсоток_присутності is Середнє) and (Як_виконана_робота is Виконана_Відмінно) then (Результат_за_день is Відмінно) (1)
17. If (Наявність is Не_був_на_занятті) and (Відсоток_присутності is Дуже_Погано) and (Як_виконана_робота is Дуже_Погано_Виконана) then (Результат_за_день is Погано) (1)
18. If (Наявність is Не_був_на_занятті) and (Відсоток_присутності is Дуже_Погано) and (Як_виконана_робота is Погано_Виконана) then (Результат_за_день is Погано) (1)
19. If (Наявність is Не_був_на_занятті) and (Відсоток_присутності is Дуже_Погано) and (Як_виконана_робота is Виконана_Середнє) then (Результат_за_день is Погано) (1)
20. If (Наявність is Не_був_на_занятті) and (Відсоток_присутності is Дуже_Погано) and (Як_виконана_робота is Виконана_Відмінно) then (Результат_за_день is Добре) (1)
21. If (Наявність is Не_був_на_занятті) and (Відсоток_присутності is Дуже_Погано) and (Як_виконана_робота is Дуже_Погано_Виконана) then (Результат_за_день is Дуже_Погано) (1)

Рис. 2. Правила

Далі проводиться аналіз кожного із п'яти робочих днів тижня. Отримані значення оцінок кожного із них можна використати як для створення власної оцінки, просумувавши отримані значення так і використати як вхідні дані для системи нечіткого виведення оцінки роботи студента на дистанційній неділі.

Для створення такої системи нечіткого виведення для оцінки дистанційної роботи студента можна використати значення за кожен із п'яти днів, просумувати їх та отримати приблизний бал за неділю дистанційного навчання.

Система для оцінки якості дистанційної роботи на основі інформації про параметри його роботи з урахуванням його наявності на занятті, того, скільки він пробув на занятті та навіть із урахуванням пропуску заняття і виконання необхідного завдання самостійно – була протестована і показала такі результати:

День 1: при вхідних даних [0;0;50] (Наявність - Не був на занятті, Відсоток присутності – Дуже погано, Як виконана робота – Виконана середнє). Результат за день = 6 балів, що відповідає «Погано».

День 2: при вхідних даних [[1;81;34]] (Наявність - Був на занятті, Відсоток присутності – Середнє, Як виконана робота – Погано виконана). Результат за день = 9 балів, що відповідає «Погано».

День 3: при вхідних даних [1;90;97] (Наявність - Був на занятті, Відсоток присутності – Відмінно, Як виконана робота – Виконана відмінно) Результат за день = 19 балів, що відповідає «Відмінно».

День 4: при вхідних даних [0;0;91] (Наявність - Не був на занятті, Відсоток присутності – Дуже погано, Як виконана робота – Виконана відмінно). Результат за день = 11 балів, що відповідає «Добре».

День 5: при вхідних даних [1;77;42] (Наявність - Був на занятті, Відсоток присутності – Середнє, Як виконана робота – Виконана середнє). Результат за день = 11 балів, що відповідає «Добре».

У результаті отримуємо оцінку роботи студента за неділю дистанційного навчання: $6 + 9 + 19 + 11 + 13 = 58$ балів.

У ході виконаного дослідження була змодельована нечітка система оцінки якості роботи студента на дистанційному навчанні.

Докт. техн. н. Дранишников Л.В., здобувач Циба В.В.

Дніпровський державний технічний університет

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО РЕГУЛЮВАННЯ СЛАБОСТРУКТУРОВАНИХ ОБ'ЄКТІВ

В сучасний час в системі керування технологічними процесами неможливо уявити без автоматизації, особливо в період розвитку комп'ютерних технологій. Попередньо вже зазначалося, що автоматичне регулювання є найбільш складною ділянкою автоматизації виробничих процесів і найбільш поширеною різновидністю керування безперервними технологічними процесами. Так, для підтримання сталого значення фізичної величини в промислових об'єктах і агрегатах або для його зміни згідно з заданими умовами без втручання людини застосовуються системи автоматичного регулювання (САР).

Системи автоматичного регулювання застосовуються для регулювання окремих параметрів (температура, тиск, рівень, витрата і т.д.) в об'єкті управління. В сучасних системах автоматичного управління (САУ) системи автоматичного регулювання є підсистемами САУ і їх застосовують для регулювання різних параметрів при управлінні об'єктом або процесом.

Принцип дії будь-якої системи автоматичного регулювання (САР) полягає в тому, щоб виявляти відхилення регульованих величин, що характеризують роботу об'єкта або протікання процесу від необхідного режиму і при цьому впливати на об'єкт або процес так, щоб усувати ці відхилення.

Для здійснення автоматичного регулювання до регульованого об'єкту підключається автоматичний регулятор, що виробляє керуючий вплив на регулюючий орган. Це керуючий вплив виробляється регулятором в залежності від різниці між поточним значенням регульованої величини (температури, тиску, рівня рідини і т. Д.), яка вимірюється датчиком, і бажаним її значенням, що встановлюється задатчиком. Регульований об'єкт і автоматичний регулятор разом утворюють систему автоматичного регулювання.

Система регулювання містить дві взаємодіючі ланки: об'єкт регулювання і регулятор, причому найчастіше система «об'єкт – регулятор» становить замкнутий контур регулювання (рисунок 1) за принципом зворотного зв'язку (одноконтурні САР)[1].

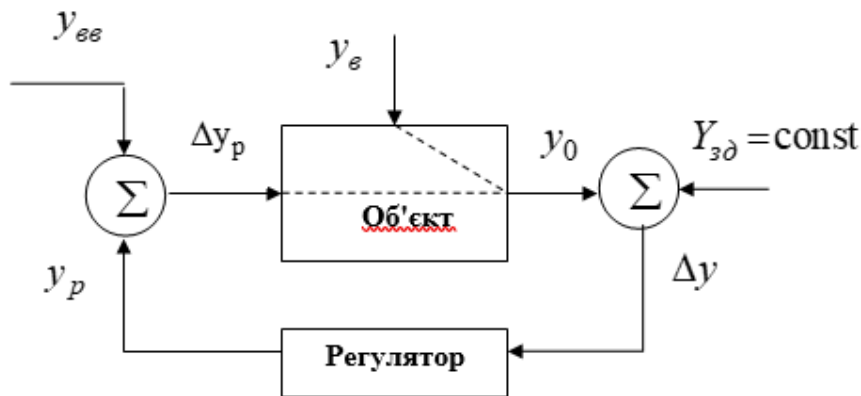


Рис.1. Принципова схема замкнутого контуру САР за відхиленням

Одним з основних завдань регулювання є стабілізація технологічних (режимних) параметрів процесу на заданих рівнях. Потрібне значення параметра $y_{зд} = \text{const}$ подається на підсумковий пристрій регулятора, де порівнюється з дійсним значенням параметра $y_0 = y_0(t)$ на виході об'єкта. Значення називається регульованою змінною. Різниця $\Delta y = (y_0 - y_{зд})$ – сигнал неузгодження виникає як наслідок деяких збурюючих впливів $y_{вв}$.

У відповідь на сигнал неузгодженості регулятор виконує регулюючий вплив y_p , що разом зі збуренням $y_{вв}$ надходить на пристрій, що сумує, утворюючи різницю $\Delta y_p = (y_{вв} - y_p)$. Величину і знак часу компенсувати повністю (або до заданого рівня) дії збурень, тобто забезпечити $\Delta y_p = 0$ (або $\Delta y \leq \varepsilon$).

Промислові об'єкти регулювання являють собою складні агрегати з багатьма вхідними і вихідними величинами, що характеризують його технологічний процес. У таких об'єктах залежності вихідних величин від вхідних нелінійні, і зміна однієї

з них призводить певною мірою до зміни інших величин. Таку складну систему взаємозалежностей дуже важко, а часом і неможливо, описати диференціальними рівняннями.

Управління такимисистемами при дії великого числа зовнішніх і внутрішніх факторів єнадзвичайно складною задачею, оскільки це пов'язано із необхідністю оперативного прийняття управлінських рішень в умовах невизначеності, дефіциту ресурсів і виникнення можливих нештатних ситуацій. Окрім того, якість продукції, на оцінку котрої впливає людський фактор, у значній мірі визначає й рівень прибутковості таких підприємств. Традиційні ж системи автоматизації створювались без врахування цих обставин. Та й взагалі, людський фактор на виробництві створює додаткові ризики.

Цей вид систем управління здатні незалежно відрегулювати налаштування регулятора або принципово змінити структуру регулятора. Залежно від типу дій адаптивних систем, їх також називають самоналагоджувальними або самоорганізуючими відповідно. Адаптивні САР, завдяки своїм можливостям, дозволяють ефективно керувати складними нелінійними об'єктами.

Система адаптивного регулювання зазвичай використовується за допомогою закону регулювання, а його коефіцієнти пропорційної, диференціальної та невід'ємної частини під час перехідного процесу змінюються відповідно до певних алгоритмів. Властивість адаптивності системі управління дає блок корекції.

Функціональні особливості корекційного блоку повністю залежать від методу його синтезу. Таким чином, різні дослідники пропонують абсолютно різні підходи до синтезу цього блоку: на основі генетичних алгоритмів, довідкових математичних моделей об'єктів управління, нейро-нечіткі моделі тощо.

Висновок. Нечітка логіка є перспективним напрямком сучасної теорії керування. Вона забезпечує принципово новий підхід до проектування систем керування, можливість вирішення широкого кола проблем, в яких дані, цілі та обмеження являються дуже складними або невизначеними та не піддаються класичній теорії керування.

Література

1. Дранишников Л.В. Інтелектуальні методи в управлінні. Навчальний посібник: Кам'янське, ДДТУ. 2018. – 416с.

Асп. Звонецький М.С., інж. І кат. Загребасв М.С.,

к. техн. н. Кулик М.В.

Дніпровський державний технічний університет

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ БАГАТОРІВНЕВОЇ СИСТЕМИ

КЕРУВАННЯ ПЧ

Відомо, що система керування дворівневими IGBT модулями дає на виході сигнал напруги, обвідна якого має вигляд біполярних імпульсів, розділених проміжками з інтервалом, рівним тривалості імпульсу [1]. Таким чином, обвідна сигналу має 3 стани, наприклад, $-U_{AB}$, 0 , $+U_{AB}$, що є грубим наближенням до гармонічного сигналу. Поліпшення такого наближення сприяє поліпшенню енергетичних показників АД [2].

Запропонована модель системи формування керуючих сигналів для силових IGBT модулів дозволяє перейти до багаторівневої форми огинаючого сигналу напруги і, відповідно, форми струму, більш наближеної до гармонічного сигналу.

На рис. 1 зображено модель системи керування перетворювачем частоти (ПЧ) для асинхронного двигуна (АД), яка формує трирівневі фазні сигнали і реалізує універсальний алгоритм [3].

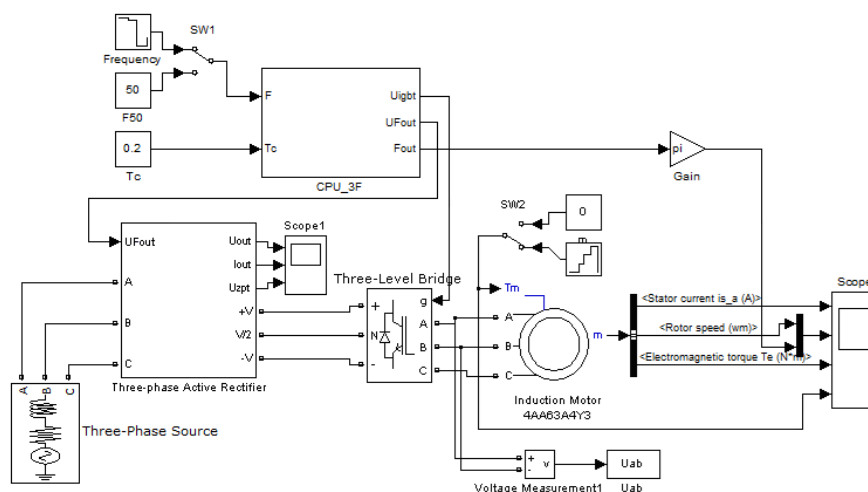


Рис. 1. Імітаційна віртуальна модель трирівневої системи ПЧ для АД

У випадку формування тривіневого керуючого сигналу необхідно сформувати більшу кількість керуючих сигналів, на відміну від звичайного однорівневого і використовувати, відповідно, більшу кількість IGBT ключів, що для однієї фази визначається співвідношенням:

$$N = (k - 1) \cdot 2, \quad (1)$$

де k – кількість рівнів, приймає значення 2, 3, 4 ...

Тоді для n -фазної системи кількість транзисторів дорівнюватиме:

$$N = (k - 1) \cdot 2n, \quad (2)$$

де n – кількість фаз системи.

Так, структура тривіневого силового IGBT модуля для триї п'ятифазної систем має вигляд, показаний на рис. 2 і 3.

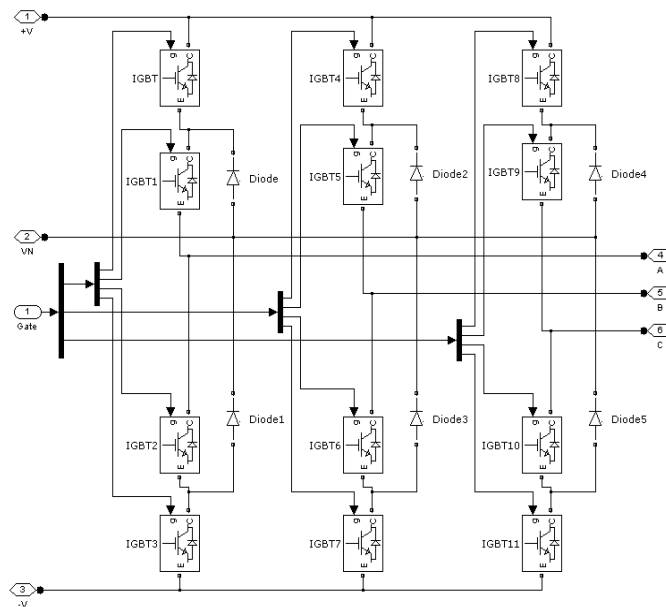


Рис. 2. Тривіневий IGBT модуль для трифазної системи керування ПЧ

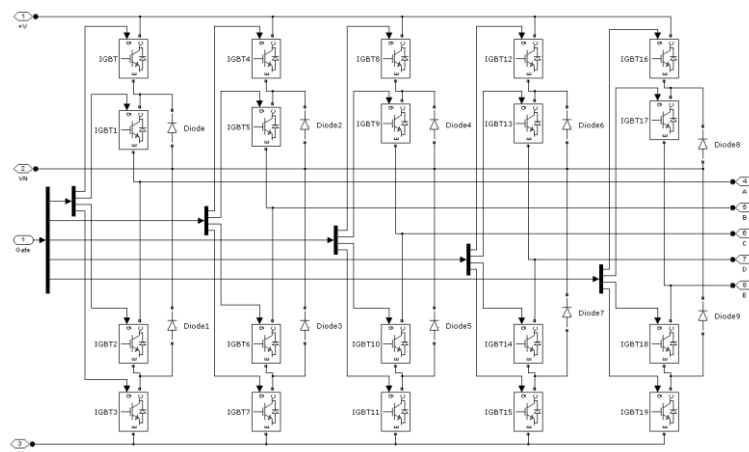


Рис. 3. Тривіневий IGBT модуль для п'ятифазної системи керування ПЧ

З рис. 2 – 3 видно, для три- і п'ятирівневої систем необхідно сформуванати 12 і 20 керуючих сигналів відповідно, по 4 сигнали на фазу. Якщо, позначити сигнали керування IGBT елементом певної фази як $IGBT_1, IGBT_2, IGBT_3$ і $IGBT_4$, використовуючи форму подання сигналу S_i [3], і сигнал керування фази G_i [4], отримаємо:

$$\begin{aligned}
 IGBT_1 &= \begin{cases} 0, & S_i < G_i \\ 1, & S_i \geq G_i \end{cases} ; & IGBT_2 &= \begin{cases} 0, & -S_i < G_i \\ 1, & -S_i \geq G_i \end{cases} ; \\
 IGBT_3 &= \begin{cases} 0, & S_i \geq G_i \\ 1, & S_i < G_i \end{cases} ; & IGBT_4 &= \begin{cases} 0, & -S_i \geq G_i \\ 1, & -S_i < G_i \end{cases} .
 \end{aligned} \tag{3}$$

Структура такої системи, формує сигнали керування фазою трирівневого IGBT елемента з урахуванням керуючого сигналу функції фази F_i , заданої напруги фази U_i і виробляє сигнали G_i і S_i , представлена на рис. 4. Використовуючи необхідну кількість даних структур, можна побудувати СУ з різною кількістю фаз, однак при цьому необхідно врахувати фазові зрушення (рис. 5)

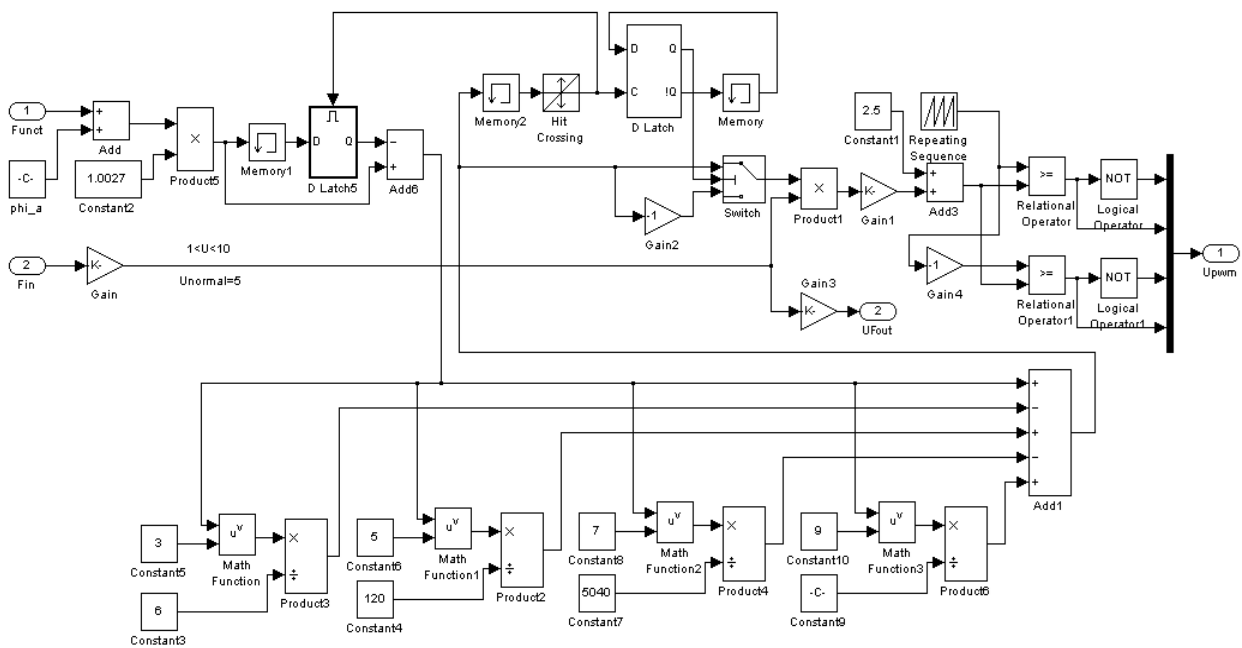


Рис. 4. Модель формувача сигналів керування трирівневою системою керування

ПЧ

На рис. 5 показані вихідні напруги, створені дво- і трирівневим ПЧ, як видно з рис. 5,б вихідний сигнал за формою повторює гармонічну функцію.

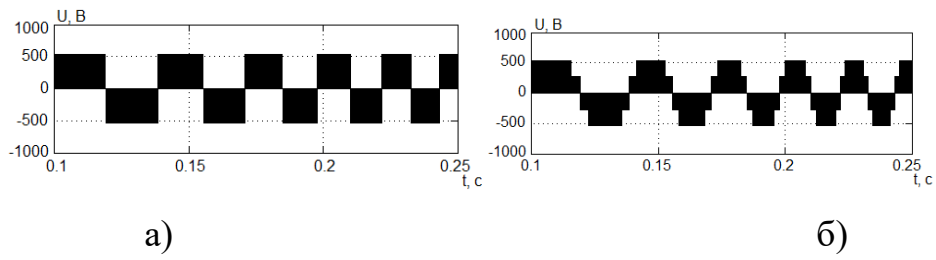


Рис. 5. Лінійна напруга на виході ПЧ: а) дворівнева система; б) триврівнева

На основі запропонованої СК і розробленого алгоритму керування багаторівневим ПЧ можна отримувати універсальні структури багаторівневих систем управління АД з будь-якою кількістю фаз і кількістю рівнів. З огляду на отримані результати, запропонована модель багаторівневої системи керування ПЧ є придатною до використання.

Д. ф.-м. н. Кісельова О.М., к. ф.-м. н. Стрєєва В.О., Стрєєва Г.В.

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
Дніпровський державний технічний університет*

ОПТИМІЗАЦІЯ МЕРЕЖІ ЗАКЛАДІВ ОСВІТИ НА ТЕРИТОРІЇ ОБ'ЄДНАНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД

В Україні відбувається процес децентралізації влади. 12 червня 2020 року Кабінет Міністрів України прийняв 24 розпорядження щодо визначення адміністративних центрів та затвердження територій громад областей. В результаті в країні створено 1469 об'єднаних територіальних громад (ОТГ).

Одним із надскладних завдань для територіальних громад у ході цього процесу є створення функції управління освітою. До створення спроможних громад управлінням освітою в селах і селищах займались відділи освіти районних державних адміністрацій, які є елементами вертикалі державної виконавчої влади. Функції виконавчих органів сільських та селищних рад у сфері освіти були мінімальними та полягали в реалізації другорядних завдань для забезпечення шкіл (як наприклад організація підвозу учнів).

На відміну від райдержадміністрацій, органи місцевого самоврядування територіальних громад є автономними та мають всі повноваження, у тому числі у сфері управління освітою. Але серйозним викликом є їхня інституційна слабкість.

Органам місцевого самоврядування усіх громад разом з отриманням бюджетних преференцій та управлінських повноважень необхідно буде взяти на себе складне завдання та відповідальність за створення ефективного управління системою освіти.

У роботі було поставлено завдання розробки математичної моделі оптимального розміщення середніх навчальних закладів на території певних ОТГ з її подальшим дослідженням засобами ОРМ. Для дослідження поставленої проблеми було розглянуто Дніпропетровську область, зокрема ОТГ Новомосковського району.

Задано множини $\Omega = \{(x, y) : 0 \leq x \leq 20, 0 \leq y \leq 20\}$ школярів

Новомосковського району, які мають отримувати освітні послуги в одному з десятих навчальних закладів району. Задано початкові координати розташування цих навчальних закладів $\tau_i = (\tau_i^{(1)}, \tau_i^{(2)}) = (0; 0)$, $i = \overline{1, 10}$. Транспортні витрати для перевезення школяра (x, y) до i -го навчального закладу задано у вигляді: $c(x, y, \tau_i) = \sqrt{(x - \tau_i^{(1)})^2 + (y - \tau_i^{(2)})^2}$.

Функції $\varphi_i(Y_i)$, що описують залежність витрат бюджетних коштів на освітні послуги школярів i -м навчальним закладом від його потужності, мають вигляд:

$$\varphi_i(Y_i) = \cos\left(\frac{3.14 \times Y_i}{200}\right), \quad i = 1, \dots, 10,$$

де потужність Y_i i -го навчального закладу визначається за формулою

$$Y_i = \iint_{\Omega_i} \rho(x, y) dx dy. \quad (1)$$

Множину школярів Ω потрібно розбити на зони навчання Ω_i i -м навчальним закладом так, щоб

$$\bigcup_{i=1}^{10} \Omega_i = \Omega, \quad \text{mes}(\Omega_i \cap \Omega_k)_{i \neq k} = 0, \quad i, k = 1, \dots, 10 \quad (2)$$

Причому потужність i -го навчального закладу, $i = 1, \dots, 10$, визначається сумарним попитом школярів, що належать до Ω_i , $i = 1, \dots, 10$, та не мають перевищувати заданих об'ємів, тобто на потужності навчальних закладів накладені наступні обмеження:

$$0 \leq \iint_{\Omega_i} \rho(x, y) dx dy \leq b_i, \quad i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10; \quad (3)$$

$$b_1 = 100, \quad b_2 = 100, \quad b_3 = 300, \quad b_4 = 150, \quad b_5 = 300, \quad b_6 = 250, \quad b_7 = 150, \quad b_8 = 1500, \\ b_9 = 1500, \quad b_{10} = 1500$$

Необхідно розбити множину школярів Ω на зони отримання освітніх послуг десятима навчальними закладами, тобто на підмножини Ω_i , $i = 1, \dots, 10$, та розмістити ці навчальні заклади в області Ω так, щоб мінімізувати

функціонал сумарних витрат бюджетних коштів на утримання навчальних закладів та доставку учнів до місця навчання:

$$F(\{\Omega_1, \dots, \Omega_N\}, \{\tau_1, \dots, \tau_N\}) = \sum_{i=1}^{10} \left[\varphi_i \left(\iint_{\Omega_i} \rho(x, y) dx dy \right) + \iint_{\Omega_i} c(x, \tau_i) \rho(x, y) dx dy \right] \quad (4)$$

при умовах (2)-(3).

Не є виключенням той випадок, коли деякі з підмножин Ω_i , $i = 1, 10$, опиняться порожніми.

На основі розроблених математичних моделей в роботі проведено дослідження актуальних прикладних задач. А саме, задач розміщення середніх навчальних закладів з метою оптимального розподілу бюджетних коштів ОТГ, забезпечення шкіл (як наприклад організації підвозу учнів) та отримання рівного доступу до якісної освіти дітей Новомосковського району Дніпропетровської області.

К. техн. н. Клімов Р.О., Козирєва Я.В.

Дніпровський державний технічний університет

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ СУМІЩЕНИХ СИСТЕМ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОВИХ ВТОРИННИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ

На даний час в Україні недостатньо власних джерел енергії, основними з яких є газ, вугілля та нафта, тому їх поповнюють за рахунок імпорту. Для зменшення кількості споживання палива необхідна модернізація виробництва. Дана робота пропонує модернізувати виробництво за рахунок утилізації теплоти відхідних газів теплотехнічних установок. Також має місце виражений соціальний ефект у вигляді зменшення забруднення навколишнього середовища тепловими відходами.

На металургійних підприємствах, як правило, є власна ТЕЦ на якій у силовому блоці встановлені повітродувки призначені для подачі стиснутого повітря в доменні печі. Приводом повітродувок є парові турбіни які не являють сучасні конструкції та практично вичерпали свій ресурс. Взагалі ж паротурбінні установки для приводу допоміжного устаткування не є перспективними та оптимальними внаслідок того, що ці установки є конденсаційного типу і велика кількість теплоти втрачається через конденсатор в навколишнє середовище. Внаслідок цього загальний термічний ККД такого приводу складає не більше ніж 28 %. Заміна паротурбінних агрегатів газотурбінними установками (ГТУ), або парогазовими установками (ПГУ), є актуальним та перспективним напрямком який використовується в багатьох країнах світу, тому що їх ККД значно вище ніж у паротурбінних установках.

В даній роботі пропонується заміна паротурбінного приводу повітродувок газотурбінним і при цьому теплоту відхідних газів утилізувати в котлі утилізаторі з застосуванням останніх ступеней у вигляді контактних теплообмінників, а охолоджені низькотемпературні відхідні гази використовувати в тепловому насосі для підігріву первинної води.

Виробництво котлів-утилізаторів освоєне достатньо давно і дуже гарно відпрацьоване, але ж ці конструкції передбачають в своїй основі використання лише поверхневих теплообмінників в якості останніх ступенів утилізації. Для збільшення кількості сприйнятої теплоти доцільним є використання контактних утилізаторів в яких нагрівання води здійснюється при її безпосередньому контакті з продуктами згоряння палива. Використання насадочних контактних утилізаторів значно прискорює процеси тепловідведення та конденсації. В якості насадок можна використовувати сідла Берля, кільця Рашига, кільця Палля, сідла «Інталокс», кільця Мебіуса та ін. Найбільшого застосування отримали тонкостінні кільця Рашига. При виборі типу та розмірів насадки завжди необхідно мати на увазі, що гідравлічний опір насадки може значно збільшитися зі значним зменшенням розмірів її складових елементів. Найбільшого ефекту можна досягти якщо насадку розташувати навалом.

При проведенні досліджень вводимо коефіцієнт теплогідравлічної ефективності, який є співвідношенням питомої теплової напруги насадки до потужності на подолання гідравлічного опору. Розрахунки при використанні цього коефіцієнту показали що найкращі показники має насадка Мебіуса зі сталеві стрічки. Після контактного теплоутилізатора з насадкою у вигляді кільця Мебіуса отримуємо відхідні гази з температурою 40–50 °С. Використання такого температурного потенціалу для підігріву води або повітря не може бути доцільним, тому для більш глибокого охолодження (до температури навколишнього середовища 20–30 °С) використовуємо тепловий насос. Цей конструктивний елемент є найбільш коштовним у всій схемі теплоутилізації, але ж дозволяє знизити температуру відхідних газів до найменшого прийняттого рівня та досягти найбільшого ексергетичного коефіцієнту корисної дії всієї теплоутилізаційної установки на достатньо високому значенні. Зрозуміло, що для роботи теплового насосу необхідна електрична енергія для приводу компресора, тому загальний ККД установки утилізації не може досягати 100 % (теплові втрати є завжди). Загальний термічний ККД такої конструктивної схеми теплоутилізації досягає 94 %.

Ph.D, Assoc. Prof. Klimov R., Perekopsky K.

Dniprovsk State Technical University

EFFICIENCY OF APPLICATION OF HEAT PUMPS IN CONVECTIVE DRYERS

The drying process itself is one of the most energy-intensive and, as a rule, requires large expenditure of energy resources for the preparation of a drying agent of the required quality. One of the main ways to reduce fuel consumption for the preparation of a drying agent (air, vapor, or combustion products) is to use the recycling of the spent agent, i.e. its full or partial return to the drying chamber. The recycling of the entire quantity of the drying agent is impossible, because there is an equilibrium between the indicators of moisture of the material and the agent, and the driving force of the process disappears. With an increase in the degree of recycling, losses at the outlet are reduced, but the moisture content of the primary flow increases, which is mixed with the ambient air. This increase leads to a considerable increase in the consumption of the drying agent, which in some cases reduces energy savings to zero and even to its overconsumption. From this it follows that recycling is possible only with some reasonably valued cases taking into consideration economical and thermal factors.

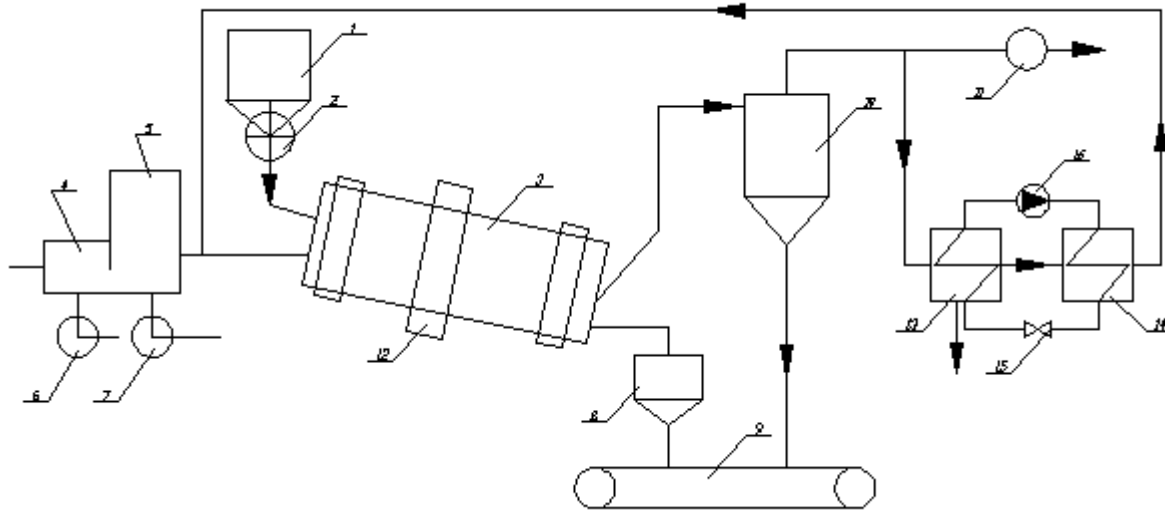
One of the advanced ways to reduce energy consumption for drying is the use of heat pumps. This way we can achieve the effective heating of the drying agent with its simultaneous drying using a reverse refrigeration cycle. It is also possible to use a heat pump to preheat the primary air for burning fuel, or for the heater, but the scheme remains as a straight-through arrangement.

It has been studied the heat technology efficiency of heat pumps together with the drying units, a lot of theoretical and practical work has also been done. But each of the experiment takes into account only the basic parameters, but, for example, due attention has not been paid to heat losses during transportation.

The developed mathematical model of the material drying process using a heat pump allows determining the optimal degree of recycling of the spent drying agent at

different heat capacities of the pump (switching on several pumps), and also taking into account the effect of heat losses during transportation of the spent drying agent to the heat pump and after it to the drying chamber.

The technological scheme of the dryer with the heat pump is given in Fig. 1.



1 – bunker; 2 – feeder; 3 – drum; 4 – firebox; 5 – mixing chamber; 6, 7, 11 – fan; 8 – bunker; 9 – conveyor; 10 – cyclone; 12 – gear transmission; 13 – evaporator; 14 – capacitor; 15 – throttle; 16 – compressor

Fig.1. Technological scheme of the dryer with a heat pump

The consideration of the heat-humidity mode of the dryer when using a heat pump significantly shifts the energy balances towards an increase in technological efficiency. As the calculations of the developed model for the drying of chemical fertilizer showed, the consideration of heat losses for transportation plays a significant role, taking into account the fact that the air consumption for drying during recirculation increases significantly. The use of a heat pump with predetermined powers and conversion coefficients is effective to a certain degree of recirculation with certain heat losses. At the same time, the increase in efficiency when using a heat pump is 5 % compared with conventional recirculation. After exceeding a certain value of the recycle rate, the consumption of the primary drying agent significantly increases and the efficiency of the heat pump in the recirculation circuit decreases.

К. техн. н. Клімов Р.О., Филимонов Р.О.

Дніпровський державний технічний університет

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ГЕЛІОТЕПЛОНАСОСНИХ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Світове споживання енергетичних ресурсів неухильно зростає і основними їх споживачами є промислові підприємства та житлово-комунальний сектор. Видобуток органічного палива зростає, але в силу різних причин не може покрити в повному обсязі необхідну кількість у споживача. Одним з найбільш важливих секторів споживання є теплове навантаження опалення, вентиляції та гарячого водопостачання промислових і житлових будівель. Без покриття таких видів навантажень неможливе комфортне існування людини, особливо в зимовий період. Зростання споживання викопних видів палива і неухильне зростання їх вартості, призводить до пошуку нових джерел енергії, які будуть поновлюваними і по можливості вкладення в їх подальше використання буде найменшим. Найбільш перспективними, з точки зору нагріву води для гарячого водопостачання, є сонячні колектори. Питання використання сонячної енергії найбільш повно вирішене із застосуванням баків-акумуляторів теплової енергії. Гарячу воду для опалення необхідно догрівати практично на всьому проміжку опалювального періоду. Використання для цих цілей котлів призводить до витрат на паливо, електричних котлів побічно все одно на первинне паливо. Перспективним є впровадження твердопаливних котлів на відходах аграрного виробництва. Але найкращі показники в енергетичному відношенні будуть мати теплонасосні установки. При використанні сонячних колекторів догрів теплоносія можна здійснювати в теплових насосах.

При зміні температури зовнішнього повітря буде відбуватися відповідна зміна теплових надходжень від сонячного колектора. У зимовий період, коли потреба в опалювальному навантаженні велика, нагрів теплоносія в колекторі буде мінімальним. Тим самим зростає частка роботи теплових насосів і котла. Котел на органічному паливі (або електрокотел) може бути включений в роботу

не обов'язково при досить низьких температурах зовнішнього середовища. В даному випадку все буде визначатися часовим і температурним масштабами нагріву води в баку-акумуляторі. При істотному недогріві води в ньому теплова потужність випарників теплових насосів також зменшиться. Як наслідок необхідність включення в роботу котла буде достатньо великою. Таким чином, розраховуючи кожен елемент геліотеплонасосної системи тепlopостачання на певну температуру зовнішнього повітря (як правило, мінімальну або максимальну) можна отримати якісно і кількісно невірні результати.

При змінному реальному режимі роботи оптимальним може бути різне теплове завантаження устаткування. Не варто також забувати про той факт, що коли погода похмура, або йдуть дощі, розраховувати на великі теплові надходження від сонячних колекторів не доводиться. В даному випадку це навантаження повинен покрити в першу чергу котел. Тобто завдання розподілу навантаження повинне враховувати ймовірнісну складову.

При моделюванні роботи геліотеплонасосної системи тепlopостачання для приватної будівлі розташованої в м. Дніпро загальною площею 70 м² було отримано, що газовий котел необхідно включати в роботу лише протягом чотирьох місяців (листопад – лютий). Весь інший проміжок року теплове навантаження буде покривати сонячний колектор та теплові насоси.

У цьому завданні виділяються чотири основні фактори, що впливають на покриття навантаження споживача: теплові надходження від сонячної енергії, споживання електроенергії тепловими насосами опалення та ГВП для приводу компресорів, а також навантаження котла. Таким чином, виділяється багатofакторна модель розподілу теплового навантаження споживача між трьома джерелами енергії. Визначення основних параметрів системи тепlopостачання на різних режимах роботи за допомогою розробленої методики дозволить підібрати обладнання, яке розраховане на ту частку теплового навантаження, яка забезпечить оптимальну їх роботу при мінімальному споживанні первинного палива.

Морозовська А.С., к. техн. н. Клімов Р.О.

Дніпровський державний технічний університет

ВИЗНАЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТЕПЛОБМІННОГО АПАРАТУ З МІНІМАЛЬНОЮ ДОВЖИНОЮ ТРУБНОЇ СИСТЕМИ

Одним із способів зменшення витрати стисненого повітря споживачами є збільшення його температури при подачі до них. В ідеальному випадку споживаний питомий об'єм повітря змінюється прямопропорційно до зміни його температури. Розглядаючи роботу різних пневмоінструментів можна виділити той факт, що вони в першу чергу залежать від об'ємної витрати повітря, а не від масової. Таким чином даний спосіб зменшення витрат є достатньо актуальним.

Інтенсифікації теплообміну завжди приділяється велика увага для будь-якої галузі промисловості та техніки. До конструкцій теплообмінного устаткування висувають високі вимоги, які пов'язані зі зменшенням їх маси, займаного об'єму та ін. Перспективним напрямком є використання поверхонь теплообміну з великою площею, тобто розвинених, чого досягають оребренням первинної поверхні. Як відомо оребрення поверхні можна проводити як з боку теплоносія, що нагрівається, так і навпаки, або з обох сторін. Оптимальна конструкція розвинення поверхні визначається значеннями коефіцієнтів тепловіддачі від гарячого теплоносія до розділової стінки трубки теплообмінника та від стінки до холодного теплоносія. Як правило розвинена поверхня необхідна з того боку стінки трубки де коефіцієнт тепловіддачі найменший. Найбільшого застосування знаходять оребрені поверхні з накатними ребрами, які є достатньо зручними у виготовленні та подальшій експлуатації.

Для визначених розмірів труб з заданими коефіцієнтами оребрення поверхні, на конструктивне виконання теплообмінного апарату впливають кількість трубок першого ряду поперечно потоку повітря та довжина однієї трубки, при незмінних інших параметрах.

З метою раціональної постановки експерименту з вивчення процесу побудування оптимальної конструкції теплообмінного апарату з використанням оребрених труб та визначення стаціонарної області в умовах зміни рядів розташування трубок по перетину руху повітря і їх довжини в одному ряду обрано центральний композиційний план другого порядку $k = 2$. Дослідженню підлягали наступні безрозмірні фактори: x_1 – кількість рядів труб поперечно потоку; x_2 – довжина однієї трубки, м. За функцію відгуку прийнята загальна довжина труб у теплообміннику y_1 , м.

Для витрати повітря на пневмоінструмент $8 \text{ м}^3/\text{хв}$ при тиску 8 ат, підігріву повітря на 15 К, для труби діаметром 21 мм та коефіцієнтом оребрення $\kappa_o=9$, виконуючи розрахунки та проводячи перевірку значущості коефіцієнтів отримано математичну модель досліджуваного процесу

$$\hat{y}_1 = 7,093 + 0,673x_1 + 0,411x_2 + 0,283x_1x_2. \quad (1)$$

Аналізуючи отримане рівняння (1) видно, що найбільший вплив на загальну довжину труб теплообмінника має фактор x_1 , тобто кількість їх розташування поперечно потоку теплоносія. Вплив довжини однієї трубки поперечно потоку повітря має вторинне значення на загальну довжину трубок. Досягнути зменшення загальної довжини трубок можна зменшенням їх кількості поперечно потоку та зменшуючи довжину однієї трубки. Тим самим, зменшення кількості труб поперечно потоку призводить до більшого ефекту в зниженні загальної довжини трубок теплообмінника ніж відповідне зменшення довжини однієї трубки. Сумісний вплив двох факторів лише додає вагомості зміні окремих значень факторів.

Отримане рівняння в достатньо простому вигляді дозволяє проаналізувати вплив основних параметрів на знаходження мінімальної величини l_Σ при заздалегідь заданому значенні одного з параметрів для обраного теплообмінника. Для перевірки адекватності моделі використано критерій Фішера. Порівняння розрахункового та табличного значень критерію Фішера $F < F_{cr}$ показало, що рівняння моделі (1) адекватне істинній залежності з довірчою ймовірністю 95 %.

К. техн. н. Надригайло Т.Ж., асп. Грінченко К.М.,

студ. Дерезь Г.О., студ. Жорнік Є.В.

Дніпровський державний технічний університет

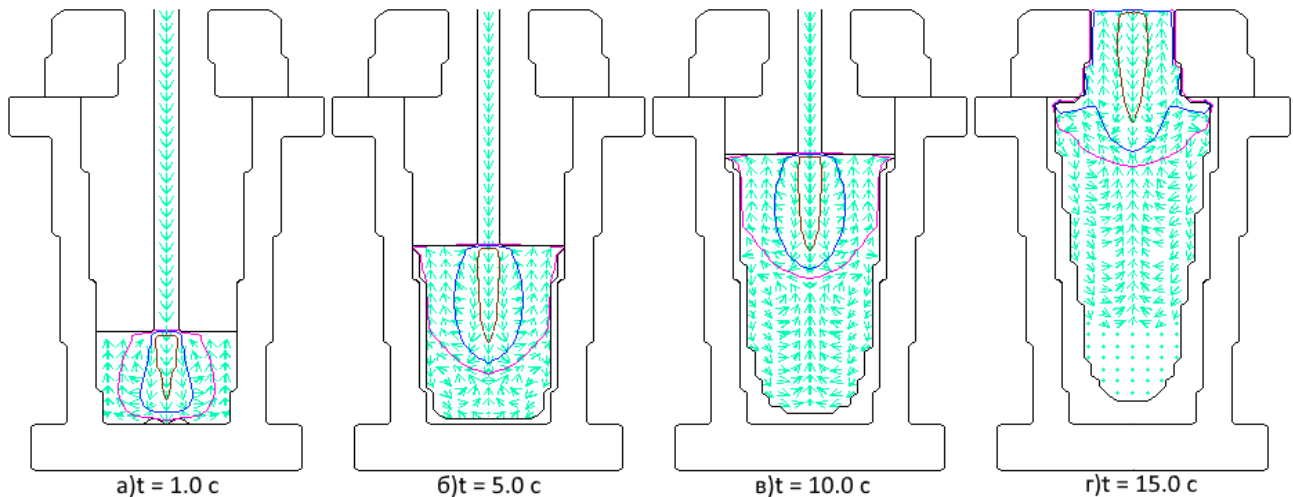
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ, ЩО ВІДБУВАЮТЬСЯ ПРИ НАПОВНЕННІ ЄМНОСТІ РОЗПЛАВОМ МЕТАЛУ ЗВЕРХУ

В даній роботі розглядається комп'ютерна реалізація математичної моделі наповнення виливниці або ливарної форми розплавом металу зверху. При такому способі розливу металу необхідним є врахування повітря, яке захоплюється струменем розплаву. Під час заповнення виливниці або ливарної форми відбувається кристалізація розплаву (формування коркового шару) – це істотно впливає на протікання теплофізичних та гідродинамічних процесів. Таким чином під час аналізу процесу заповнення форми необхідно дослідження вищезгаданих процесів у трифазному середовищі: повітря (яке межує з вільною поверхнею, та яке захоплене розплавом) – рідкий метал (розплав, що надходить у виливницю) – затверділий метал (який утворився внаслідок кристалізації під час заповнення форми) .

Метою даної роботи є аналіз поведінки газорідного середовища, що формується в ливарній формі (виливниці) під час її заповнення розплавом металу зверху, з урахування впливу газозахоплення.

На основі розробленої математичної моделі виконане комп'ютерне моделювання процесу заповнення виливниці розплавом зверху. Для моделювання обрано розплав алюмінію. Задачу розв'язуємо у циліндричних координатах. За розрахункову область обрано половина осьового перерізу форми. У моделі вільна поверхня рідини вважається такою, на якій відсутні нерівності (тобто менші ніж крок розрахункової сітки) та хвилі, що доцільно вважати починаючи з деякого початкового рівня наповнення форми. За початковий рівень для подальших розрахунків приймається значення 0.04м. Для проведення обчислень розрахункова область поділена на комірки рівномірної шахової сіткою з кроком Δr вздовж горизонтальної вісі та Δz вздовж вертикальної. Час, за який розплав заповнює весь внутрішній об'єм форми складає 15 секунд, відповідно до цього обчислюється швидкість струменя. Коефіцієнт газозахоплення (об'ємна частка газу) залежить від

характеристик потоку рідини, зокрема швидкості струменя. У даній моделі форма заповнюється в ламінарному режимі, спокійним струменем [1 – 3], розрахунки проведено для декількох значень коефіцієнта газозахоплення α , для виявлення залежності перебігу теплофізичних процесів. На рисунку 1 зображено поля швидкостей і концентрацій газу у об'ємах форми, для чотирьох моментів часу та коефіцієнта газозахоплення $\alpha_0=0,05$.



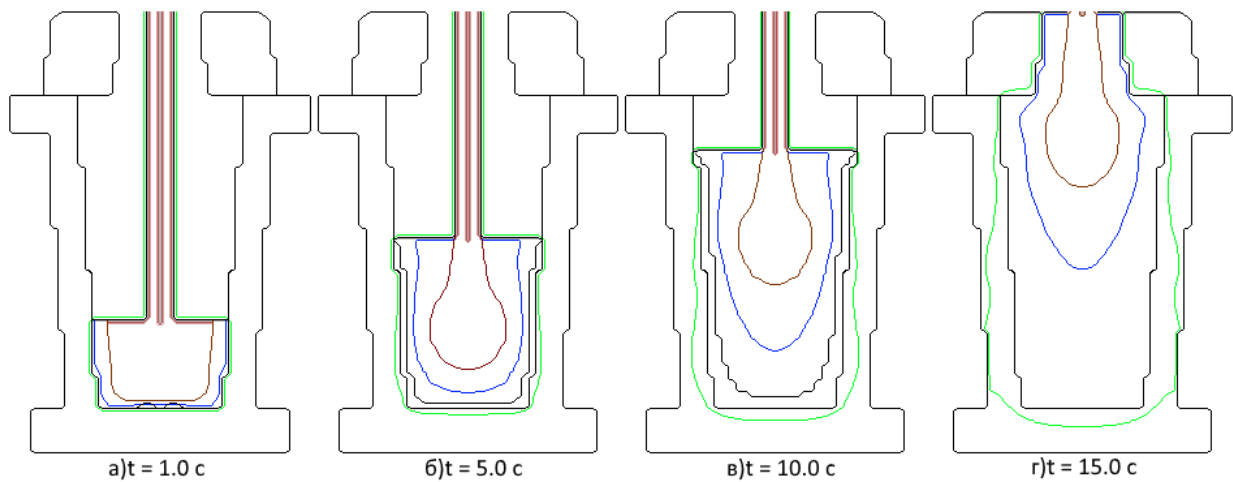
Стрілки указують напрями швидкостей розплаву. Лінії ізоконцентрації $\alpha \in \{0,001, 0,03, 0,045\}$ показані фіолетовими, синіми і коричневими лініями відповідно

Рис. 1. Поля швидкостей розплаву алюмінію і концентрацій повітря, $\alpha_0 = 0,05$.

Зображені на рисунку 1 результати моделювання відповідають гідродинаміці руху з газозахопленням [4 – 5]. Відзначимо, що на початковому етапі заповнення струмінь майже досягає дна форми (рис. 1, а), після чого нижче рівня проникнення з'являються рухомі вгору потоки рідини (рис. 1, б -г), глибина проникнення стабілізується.

Звернемо увагу на концентрацію газових включень у момент остаточного заповнення форми – рисунок 1, г – в області під прибутковою надставкою помітне певне скупчення газу. Дана модель враховує вищеписаний взаємний рух газової фази відносно рідкої, на відміну від випадків, розглянутих раніше [6], тому це скупчення можна пояснити рухом газових включень назустріч струменю розплаву – спливанням газу, а також його торonoїдальним вихором. Останній утворюється завдяки заокругленій траєкторії руху розплаву що спливає. Сформований таким чином вихор захоплює газ з осьової області форми під прибуткову надставку, де він і накопичується.

На рисунку 2 зображено теплову картину у відливці в моменти часу, вже розглянуті раніше – характер розподілу тепла аналогічний гідродинамічній картині.



Ізотерми $T_{\epsilon} \{100,690,730\}$ °C показані зеленими, синіми і коричневими лініями відповідно

Рис. 2. Поля температур при наповненні форми алюмінію при розливі $\alpha_0 = 0,05$.

Для підтвердження адекватності моделі використано порівняння розрахунків з результатами вимірів під час відповідних експериментів.

Список використаних джерел:

- [1] Яковлев Ю.Н. Инжектирование воздуха струей металла при разливке // Изв. АН СССР. Металлы. — №4. — 1971. — С. 51—54.
- [2] Паримончик И.Б. Инжектирование воздуха сталью при выпуске ее из печи / Паримончик И.Б., Яковлев Ю.Н., Казачков И.П. // Изв. вузов. Черная металлургия. — 1971. — №4. — С. 54—57.
- [3] Вихлевщук В.А. Взаимодействие металла с атмосферой при выпуске плавки из агрегата и разливке стали / Вихлевщук В.А., Кондрашкин В.А., Гавро Л.П. и др. // ИЧМ. — Днепропетровск, 1991. — 10 с. — Деп. №5715. — Ук91 30.04.91.
- [4] Яковлев Ю.Н. Гидродинамические процессы в изложницах при разливке сверху / Яковлев Ю.Н., Харченко С.В., Тарапай М.А. и др. // Металлургия и коксохимия. Мет. стали. — К.: Техника, 1972. — №30. — С. 83—88.
- [5] Огурцов А.П. Методы расщепления в задачах гидродинамики и тепломассопереноса / Огурцов А.П., Самохвалов С.Е., Надрыгайло Т.Ж. // Днепропетровск: Системные технологии, 2003. — 260 с.
- [6] Недопекин Ф.В. Гидродинамика и теплоперенос при разливке стали с учетом газозахвата / Недопекин Ф.В., Белоусов В.В. // Кристаллизация и компьютерные модели. — Ижевск: Изд-во Удм. унив. — 1994. — С. 119—124.

Пододня А.П., к. техн. н. Клімов Р.О.

Дніпровський державний технічний університет

ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКТИВНОГО ВИКОНАННЯ ПІДГРІВАЧІВ ЗА ЗОВНІШНІМ ГЕОМЕТРИЧНИМ ОБ'ЄМОМ

Стиснене повітря знаходить широке використання на підприємствах, а зменшити витрату повітря на пневматичних приладах можна шляхом його підігріву. Найчастіше підігрів проводять в теплообмінниках кожухотрубного типу. Для збільшення площі теплообміну між гріючим середовищем та повітрям використовують оребрені труби, які дозволяють значно зменшити займаний підігрівачем об'єм. На конструктивне виконання підігрівача впливають дуже багато факторів, а важливість впливу кожного з них може суттєво відрізнятись. Всі переваги підігрівача можуть бути виражені критерієм оптимальності. Немаловажною характеристикою теплообмінних апаратів є об'єм займаний ними. Найчастіше виникають обмеження по займаному об'єму апарату, або по різним геометричним його розмірам, що викликане компонованням компресорних станцій, або споживчих об'єктів.

Для постановки експерименту з визначення такого конструктивного виконання теплообмінного апарату, яке забезпечує найменше значення займаного ним об'єму, обрано центральний композиційний план другого порядку. Дослідженню підлягають наступні фактори: x_1 – кількість рядів труб поперечно потоку (n); x_2 – довжина однієї трубки (l_1). За функцію відгуку прийнятий загальний об'єм теплообмінника y_2 , м³.

Проводячи дослідження впливу прийнятих параметрів на загальний об'єм апарату для розмірів труб та параметрів потоків у відповідності до рівнянь та з урахуванням значущості коефіцієнтів регресії, була отримана математична модель досліджуваного процесу в безрозмірному вигляді

$$\hat{y}_2 = (12,973 - 0,528x_1 + 0,738x_2 + 0,427x_1x_2 + 0,805x_1^2) \cdot 10^{-3}. \quad (1)$$

Порівняння розрахункового та табличного значень критерію Фішера $F < F_{cr}$ показує, що рівняння моделі (1) адекватне істинній залежності з довірчою ймовірністю 95 %. Аналізуючи отримане рівняння (1) видно, що найбільший вплив на загальний об'єм теплообмінника має фактор x_1 (кількість їх розташування поперечно потоку теплоносія), особливо значення коефіцієнту при x_1^2 , але є також нівелюючий ефект викликаний від'ємним значенням коефіцієнту при x_1 . Вплив довжини однієї трубки поперек потоку повітря має вторинне значення на об'єм теплообмінника так само як і на загальну довжину його трубок. Досягнути зменшення загального об'єму апарату можна збільшенням їх кількості поперечно потоку та зменшуючи довжину однієї трубки. Тим самим, збільшення кількості труб поперечно потоку призводить до більшого ефекту в зниженні об'єму теплообмінника ніж відповідне зменшення довжини однієї трубки. Сумісний вплив двох факторів лише додає вагомості зміні окремих значень факторів.

Перетворюючи рівняння (1) в розмірний вигляд можна отримати

$$V = (17,423 - 4,389n - 0,58l_1 + 2,135nl_1 + 0,805n^2) \cdot 10^{-3}, \text{ м}^3. \quad (2)$$

Підставляючи значення кількості трубок та довжини трубки поперечно потоку в рівняння (2) можна визначити загальний об'єм теплообмінника. Дане рівняння в достатньо простому вигляді дозволяє проаналізувати вплив основних параметрів на знаходження мінімальної величини V при заздалегідь заданому значенні одного з параметрів.

Аналізуючи отримане рівняння видно, що мінімального об'єму апарату можна досягнути при збільшенні кількості рядів трубок поперечно потоку та з відповідним зменшенням довжини однієї трубки.

За допомогою розробленої методики визначення оптимальної конструкції підігрівачів за таким параметром як мінімальний займаний об'єм, можливо в достатньо простій постановці проаналізувати чисельні значення загального об'єму підігрівача при різних поєднаннях приведених факторів та оптимізувати його конструкцію.

Cand.ph.-m.s. Stroieva V.O., Kosenko A.R.

Dniprovsky State Technical University

**MATHEMATICAL MODELING OF IRRIGATION SYSTEMS
OPTIMIZATION**

Today, it is difficult to imagine a solution to any significant problem without the use of information technology, computer technology and special decision-making methods. The need to use special tools, which are based on well-developed and well-founded mathematical methods and models, is obvious. This is the concept embedded in the theory of continuous problems of optimal partitioning, which now has a large number of scientific results and is actively developing. The interest in continuous models of optimal partitioning of sets is caused, first of all, by the fact that a wide class of theoretical and practical problems of system analysis is reduced to the specified models in the mathematical statement. The problem of optimal irrigation is set in the work.

The main function of irrigation systems is to supply water (during a certain period and in a certain amount) from an irrigation source to irrigated lands and by its proper distribution to ensure optimal soil moisture, nutrients and disease prevention for this phase of plants. growth. Depending on the food source, climatic conditions and type of irrigated crops, irrigation is divided into regular and one-time. Regular irrigation is characterized by the ability to supply the required amount of water, nutrients or disease prevention to irrigated land as needed.

Based on the natural conditions determined by the terrain, groundwater level, degree of drainage, distance to the irrigation source, soil type, as well as guided by economic conditions and the type of crop to be grown, use the following irrigation methods: surface (furrow clearing, flooding) rice checks, estuarine irrigation), sprinkling, micro-irrigation, aerosol or subsoil method (pressure irrigation, adsorption) [1].

Regardless of the types and methods of irrigation, it is important to optimally divide the irrigated area depending on the location of stations with water, nutrients or

disease prevention, in order to comply with the rules of rational use of natural resources to minimize the cost of supplies from the station to the irrigation area. Based on this task, a mathematical model was developed, which was numerically investigated by means of sound algorithms of the theory of optimal partitions.

The given region should be divided into irrigation areas by each of the n stations, each of which has the following resources: water, plant development nutrients and disease prevention tools. It is necessary to minimize the total cost of delivery of resources from the station to the region, as well as to minimize the cost of construction and operation of irrigation stations. The problem is reduced to a continuous linear multiproduct problem of optimal division of a set into subsets with given centers under constraints

Mathematical model. It is necessary Ω to divide the area into irrigation zones Ω_i^j N irrigation stations separately for each type of resource so that

$$\bigcup_{i=1}^N \Omega_i^j = \Omega, \quad j = 1, M, \quad \text{mes}(\Omega_i^j \cap \Omega_k^j) = 0, \quad i \neq k, \quad i, k = 1, \dots, N, \quad j = 1, M$$

minimizing the functionality of the total cost of transporting resources to each area:

$$F(\{\Omega_1^1, \dots, \Omega_N^1; \dots; \Omega_1^M, \dots, \Omega_N^M\}) = \\ = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \left\{ \iint_{\Omega_i^j} c^j(x, y, \tau_i) \rho^j(x, y) dx dy + \varphi_i^j \left(\iint_{\Omega_i^j} \rho^j(x, y) dx dy \right) \right\}$$

As a result of numerical studies, the optimal division of many plantations was obtained Ω for irrigation zones by each station for all types of resources, as well as important numerical characteristics of the developed models.

REFERENCES

1. Zhernov I.E., Soldak A.G., Kushch P.Yu., Gryza O.O. Reclamation hydrogeology. K.: Higher school, 1972. - 332 p.

Д.техн.н. С'янов О.М.¹, к.техн.н. Косухіна О.С.², Коваленко Є.С.¹,

Косухін О.В.¹

¹Дніпровський державний технічний університет

²Відокремлений структурний підрозділ «Технологічний фаховий коледж

Дніпровського державного технічного університету»

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ІНДУКЦІЙНОГО РЕОСТАТУ

Асинхронні двигуни (АД) з фазним ротором широко застосовується в промисловості. До переваг використання АД з фазним ротором відносяться: великий початковий крутний момент; можливість короткочасних механічних навантажень; незначна зміна швидкості при різких навантаженнях тощо. Основним недоліком АД є використання у схемах відкритих пускових опорів та контакторної апаратури. При цьому установка має значну вага та утруднюється обслуговування. Зазначені недоліки призводять до тривалих простоїв і багаторазових ремонтів устаткування.

Отже, важливим завданням є підвищення надійності устаткування, яке можна вирішити шляхом вмикання індукційних реостатів (ІР) у коло фазного ротора АД [1,2].

В даній роботі представлено математичну модель для розрахунку електромагнітних характеристик індукційного реостата двохкатушкової конструкції та проведено чисельне дослідження ІР з метою покращення їх характеристик.

Електромагнітні процеси в індукційному реостаті описуються системою диференціальних рівнянь Максвелла та визначаються через векторний магнітний потенціал.

При розробці математичної моделі прийнято, що відсутні зазори у місцях стиковки елементів конструкції та ізоляції котушок, нехтується впливом температурного ефекту на питому провідність, магнітну проникність і не враховується гістерезис. Взаємозв'язок між магнітною індукцією та

напруженістю магнітного поля представляється нормальною кривою намагнічування.

Система диференціальних рівнянь математичної моделі індукційного реостату, у польовій постановці в циліндричних координатах має вигляд:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial}{\partial r} \left(\nu \frac{\partial A}{\partial r} \right) + \frac{1}{r} \nu \frac{\partial A}{\partial r} + \frac{\partial}{\partial z} \left(\nu \frac{\partial A}{\partial z} \right) = 0, \quad - \text{у повітрі;} \\ \frac{\partial}{\partial r} \left(\nu \frac{\partial A}{\partial r} \right) + \frac{1}{r} \nu \frac{\partial A}{\partial r} + \frac{\partial}{\partial z} \left(\nu \frac{\partial A}{\partial z} \right) + \sigma \frac{\partial A}{\partial t} = 0, \quad - \text{у феромагнітному екрані;} \\ \frac{\partial}{\partial r} \left(\nu \frac{\partial A}{\partial r} \right) + \frac{1}{r} \nu \frac{\partial A}{\partial r} + \frac{\partial}{\partial z} \left(\nu \frac{\partial A}{\partial z} \right) - \frac{N_{W_r} i_{01}}{S_{W_r}} = 0, \quad - \text{у першій котушці;} \\ \frac{\partial}{\partial r} \left(\nu \frac{\partial A}{\partial r} \right) + \frac{1}{r} \nu \frac{\partial A}{\partial r} + \frac{\partial}{\partial z} \left(\nu \frac{\partial A}{\partial z} \right) - \frac{N_{W_r} i_{02}}{S_{W_r}} = 0, \quad - \text{у другій котушці;} \\ \frac{N_{W_r} l}{S_{W_r}} \int \frac{\partial A}{\partial t} dS_{W_r} + r_{01} i_{01} = u_{01}; \\ \frac{N_{W_r} l}{S_{W_r}} \int \frac{\partial A}{\partial t} dS_{W_r} + r_{02} i_{02} = u_{02}. \end{array} \right.$$

де z - координата області; r - радіус; ν - магнітний опір матеріалу; σ - електропровідність матеріалу; $u_{01,02}$ - напруга, прикладена до обмоток індукційного реостату; $r_{01,02}$ - активний опір обмоток; $i_{01,02}$ - струм, що протікає в обмотках; N_{W_r} - число витків в обмотках індукційного реостату; S_{W_r} - область, що займає обмотка індукційного реостату.

Чисельне дослідження виконувалося методом кінцевих елементів із застосуванням безкоштовної версії програм Ansys. Віртуальна електрична схема для дослідження перехідних процесів в ІР наведена на рис. 1. На схемі ІР позначено як FEA1, активні резистори R1 та R2 мають опір який дорівнює опору обмоток ІР, WM1 - ватметр, AM1 - амперметр, VM2- вольтметр та E2 джерело змінного струму.

На рис.2, а, б представлені результати моделювання перехідних процесі в ІР та розподіл магнітної індукції в поперечному перерізі для ІР при напрузі $U = 78$ В та частоті $f = 50$ Гц,

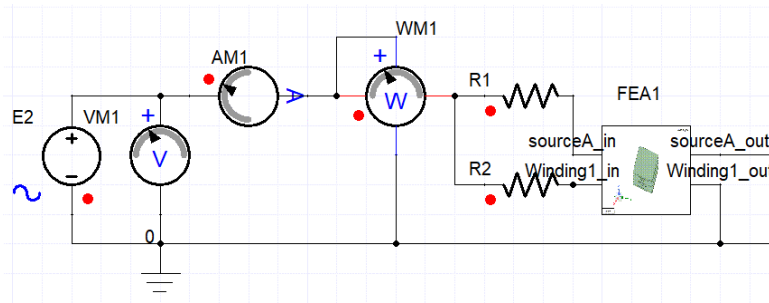


Рис. 1. Віртуальна електрична схема моделі

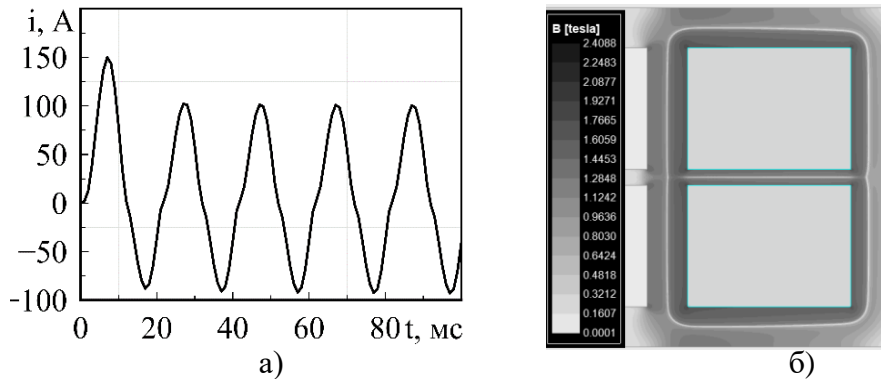


Рис. 2. Результати моделювання перехідних процесів струму при включення ІР (а) та розподіл магнітної індукції в поперечному перерізі (б)

Аналіз результатів розрахунків показало, що у формі струму є значна аперіодична складова, як при частоті 50 Гц так і при 5 Гц. Магнітний потік зосереджується в нижніх кільцях і не розподіляється по боковим стінкам, середня пластина ненасичена. При частоті 50 Гц повний опір складає $z = 1,11$ Ом, а при 5 Гц $z = 0,4$ Ом.

Проведенні дослідження впливу на характеристики ІР товщини внутрішнього кільця показали, що зменшення товщини внутрішнього кільця ІР до 5 мм дозволило зменшити в 1,74 рази повний опір при частоті струму 5 Гц, що дає можливість не відключати ІР від АД.

Список використаних джерел:

1. Количев С.В., С'янов О.М. Експериментальне дослідження статичних характеристик асинхронної машини в режимі динамічного гальмування з індукційними опорами в обмотці ротора // Збірник наукових праць ДДТУ. - Кам'янське: ДДТУ, 2021. - № 1(38). 2021. С.68-74.
2. Количев С.В., С'янов О.М. Експериментальне дослідження статичних характеристик синхронної машини в режимі динамічного гальмування з індукційними опорами в обмотці статора // Збірник наукових праць ДДТУ. Кам'янське: ДДТУ, 2020. - Том 2. № 37 (2020). С.22-27.

Секція 3

АЛГОРИТМИ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

К. техн. н. Бабенко М.В., Котенко В.В.

Дніпровський державний технічний університет

ВИКОРИСТАННЯ СТЕГАНОГРАФІЧНИХ МЕТОДІВ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ У ТЕКСТОВИХ ФАЙЛАХ

Розглядаючи способи захисту інформації, доречно звернути увагу на стеганографічні методи. Сам термін «стеганографія» означає приховане повідомлення, яке повністю виключає можливість дізнатися про його існування третій особі.

Комп'ютерна стеганографія ґрунтується на двох основних принципах. По-перше, файли з оцифрованими зображеннями, а також аудіо- та відеофайли можна певною мірою змінити без втрати їх функціональності. По-друге, можливості людини розрізнити незначні зміни звуку або кольору досить обмежені. Стеганографічні методи дають можливість замінити несуттєві частки даних потрібною інформацією. Це означає, що сімейне фото може містити інформацію комерційного характеру, а файл з улюбленою мелодією – секретне повідомлення.

Проте найчастіше стеганографія застосовується для створення цифрових водяних знаків, які на відміну від звичайних можна виявити, лише використовуючи необхідне програмне забезпечення. Цифрові водяні знаки записуються у вигляді псевдовипадкових послідовностей сигналів шуму, які згенеровані на базі секретних ключів. Такі знаки забезпечують автентичність або недоторканість документа, дають можливість ідентифікувати власника або автора, перевірити права користувача або дистриб'ютора, навіть в тому випадку, коли файл був спотворений або оброблений.

Існуючі алгоритми вбудовування секретної інформації поділяють на декілька груп:

1. Ті, які працюють з самим цифровим сигналом. До цієї групи відноситься метод LSB (Least Significant Bit, найменший значущий біт).

2. «Впаювання» таємної інформації. У цьому випадку відбувається накладення зображення, звуку або тексту, які необхідно приховати, поверх оригіналу. Досить часто застосовується для вбудовування ЦВЗ (цифровий водяний знак).

3. Використання можливостей файлових форматів. Сюди відноситься вкладення інформації в метадані або в інші зарезервовані поля файлу, які не використовуються.

За методом вбудовування інформації стеганографічні алгоритми поділяють на лінійні, нелінійні та інші.

Оскільки ми будемо вбудовувати приховані дані в текстовий файл, розглянемо методи, за допомогою яких це можна реалізувати:

1. Зміна регістру літер. Для позначення біта, який містить одиницю, використовується символ верхнього регістру, а для нуля – нижнього.

2. Зміна кількості проміжків. Будемо вважати, що один проміжок відповідає біту «0», а два – «1».

3. Line-shiftcoding. Змінюється відстань між рядками електронного тексту.

4. Word-shiftcoding. Змінюється відстань між словами тексту. Суть методу полягає в тому, що береться текст з різними відстанями між словами. Виділяється максимальна та мінімальна відстані, які позначаються відповідно 1 та 0, а інші відстані збільшують або зменшують до розмірів виділених. Окремим випадком цього методу являється метод зміни кількості проміжків, розглянутий вище.

5. Featurecoding. Внесення специфічних змін у шрифти окремих літер, наприклад варіації довжини нижньої частини літери р.

Розглянуті вище методи досить легко вбудовуються в будь-який текст, незалежно від його змісту, призначення та мови. Але, на жаль, такі методи легко зламуються, і секретна інформація може стати доступною третій особі. Також великим недоліком є те, що цими методами не можна передавати велику

кількість прихованої інформації. Тому ми застосуємо до текстової стеганографії метод LSB, який зазвичай використовують з цифровим сигналом.

Суть метода LSB (Least Significant Bit, найменший значущий біт) полягає в заміні найменш значущих бітів контейнера на біти повідомлення, яке необхідно приховати.

Людське око не в змозі відрізнити незначні відтінки одного й того ж кольору. Цим можна вдало скористатися при побудові алгоритму вкладення таємних даних у контейнер. Суть цього алгоритму полягає в наступному. У нас є повідомлення, яке треба приховати в документ. При цьому сам документ повинен вже містити у собі текстову інформацію. Від обсягу цієї інформації буде залежати обсяг тих даних, які ми зможемо в нього вкласти. Чим більше тексту містить документ, тим більше даних ми зможемо в нього приховати. Самі дані ми будемо вкладати в RGB канали кольору кожного текстового символу з цього файлу. Для цього нам спочатку треба розпарсити документ, отримати з нього всі необхідні дані: текст та інформацію про кольори кожного з символів в форматі RGB. Потім в отриманих складових кольору замінимо молодший біт бітами нашого повідомлення.

Дана операція не внесе в колір тексту помітних людському оку спотворень. Натомість вона допоможе нам вкласти рівно 1 байт нашого повідомлення в колір кожного символу вхідного файлу. Тобто максимальна кількість байт (або символів), яку ми можемо приховати, буде дорівнювати кількості символів документу.

Аналогічним чином виконується і витягнення даних з контейнеру. Для того, щоб отримати повідомлення, потрібно розпарсити документ, отримати кольори текстових символів у форматі RGB і прочитати останні біти кожного каналу. Вони і будуть складати один байт (або символ) прихованих даних. Проробивши ці дії для всіх інших кольорів, ми отримаємо повністю текст секретного повідомлення.

**К. техн. н. Жульковський О.О., к. техн. н. Жульковська І.І.,
магістр Шевченко В. В., Вохмянін Г. Я.**

Дніпровський державний технічний університет

ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ `<thread>` C++ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Архітектура та продуктивність сучасних комп'ютерів безперервно покращуються. При цьому основним напрямом такого прогресу є організація паралельних обчислень за рахунок збільшення кількості ядер CPU у сучасних ЕОМ. Це відкриває перспективи розв'язання широкого спектру завдань, що потребують значних обчислювальних ресурсів і, особливо, в галузі комп'ютерного моделювання технологічних процесів та систем. Багатопоточне програмування передбачає, насамперед, прискорення та підвищення ефективності виконуваного алгоритму за рахунок вільного управління потоками, між якими можна розподіляти виконуваний код програми.

У сучасних високорівневих мовах програмування існує достатньо методологій, які забезпечують проведення паралельних обчислень програмним шляхом. Так, наприклад, у C++ серед інших засобів існує окрема бібліотека для роботи з потоками – `<thread>`. У цій бібліотеці міститься клас `std::thread`, який дозволяє організувати повноцінну роботу з потоками для оптимального вирішення широкого спектру завдань з мінімальними витратами часу виконання програмного коду. Недоліком аналізованої бібліотеки є актуальна проблема «гонки даних», що вимагає застосування додаткових способів вирішення.

Більшість комп'ютерних моделей базуються на чисельних методах розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР). Серед поширених методів, що застосовуються при чисельному рішенні СЛАР, найбільшого застосування набув метод прогонки (TDMA – Tridiagonal matrix algorithm). TDMA є спрощеним варіантом методу послідовного виключення невідомих та використовується для розв'язання СЛАР з тридіагональною матрицею.

Алгоритм прогонки вважається найбільш ефективним методом розв'язання СЛАР, породжених неявними різницеvими схемами, завдяки економічності та стійкості.

У представленій роботі проведено порівняльну оцінку ефективності послідовного та розпаралеленого на два потоки обчислювальних алгоритмів реалізації засобами бібліотеки `<thread>` C++ методу прогонки. Раніше авторами виконувалися аналогічні дослідження бібліотеки паралельних обчислень OpenMP C++ з розробкою функцій класичного та двопотокового методів прогонки.

Обчислювальні експерименти проводилися з використанням наступної інфраструктури: CPU Intel Core i5-8400 (6 cores, 2.8 GHz), cache 9 MB; RAM Goodram DDR4 (4GB, 2666MHz, 21300 MB/s)×4; OS Windows 10; IDE Microsoft Visual Studio C++ 15.9. З метою проведення досліджень було розроблено функції програмної реалізації класичного послідовного методу правої прогонки та розпаралеленого на два потоки методу зустрічної (паралельна комбінація лівої та правої) прогонки. Розмір СЛАР при цьому змінювався в діапазоні 1×10^5 – 5×10^7 , а значення коефіцієнтів рівняння генерувалися випадковим чином (з урахуванням умови діагонального переважання матриці) у змінні стандартного, апаратно-підтримуваного, дійсного типу double.

В результаті роботи доведена доцільність застосування існуючих програмних засобів підвищення ефективності обчислювального експерименту за рахунок організації паралельних обчислень, що використовують багатоядерні сучасні архітектури. Цей алгоритм доцільно використовувати для значень більше $2,5 \times 10^5$. У такий спосіб використання зазначених технологій програмування під час реалізації розглянутих методів рішення СЛАР дозволило збільшити швидкість обчислень у 1,88—2,86 разів. Проте доцільність застосування ускладнених програмних підходів стає очевидною лише під час розробки комп'ютерних моделей, що мають значний обсяг арифметичних обчислень.

Соколовський Г. О., к. техн. н. Мацуга О. М.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

РОЗРОБЛЕННЯ РОЗПОДІЛЕНОЇ СИСТЕМИ З ВИКОРИСТАННЯМ АСИНХРОННОЇ АРХІТЕКТУРИ

Існує 3 групи архітектур програмного забезпечення – моноліт, розподілений моноліт та асинхронна архітектура. Архітектурам моноліту та розподіленого моноліту властива сильна зв'язаність компонентів, що в кінцевому підсумку призводить до того, що проєкт стає громіздким та важким для розуміння та підтримки. У зв'язку з цим набирає популярності асинхронна архітектура [1]. Її основними перевагами є зведена до мінімуму зв'язаність компонентів системи та, головним чином, асинхронні комунікації. Основними недоліками є складність у побудові та сильна залежність від інфраструктури. Тому для невеликих проєктів доцільніше використовувати архітектури моноліту та розподіленого моноліту. Але у разі великих та високонавантажених проєктів асинхронна архітектура дуже доречна.

Метою даної роботи було створити розподілену систему інвентаризації з використанням асинхронної архітектури. Система має дозволяти відстежувати видачу та повернення інвентаря, мати ізольований сервіс для ремонту поламаного інвентаря та сервіс аналітики. Система може мати користувачів 3-х типів – спеціаліст, майстер та адміністратор. Брати інвентар можуть користувачі всіх трьох типів. Додавати нових користувачів та надавати або забирати в них права можуть лише адміністратори. До сервісу ремонту можуть доступитися лише майстри та адміністратори. Деякі предмети видаються назавжди та при видачі повинні видалятися з системи.

Систему було написано мовою програмування Python, за допомогою веб-фреймворку Django та його розширення `django-rest-framework` та меседж-брокеру RabbitMQ (для запуску використовувався Docker контейнер). Для перевірки якості коду використовувався модуль Flake8, для автоматичної перевірки коду при комітах використовувався інструмент Travis CI.

Розробка велася у декілька етапів – розбиття бізнес-вимог на події, побудування бізнес-ланцюжків, побудування моделі бази даних, розбиття системи на домени, визначення комунікацій, імплементація та тестування.

Під час розбиття бізнес-вимог на події було використано підхід Event Storming. Його суть у тому, що кожна бізнес-вимога розбивається на актора, команду, агрегат та доменну подію. У якості актора може виступати користувач або інша подія. Отримавши бізнес-ланцюжки подій, було побудовано модель бази даних, після чого систему було розбито на домени та було визначено комунікації між ними. З готовими бізнес-ланцюжками, моделлю бази даних та діаграмою доменів, можна переходити до імплементації.

У ході імплементації для забезпечення асинхронності комунікацій корисними є меседж-брокери. Меседж-брокери поділяються на 2 види – розподілені черги подій (наприклад, RabbitMQ, NATS, Amazon SQS) та розподілені логи повідомлень (Apache Kafka, Google Pub/Sub, Amazon Kinesis).

У проєкті було використано розподілену чергу подій RabbitMQ через простоту концепції та можливість роумінгу. Роумінг дозволяє за необхідністю слати меседжи у різні черги. RabbitMQ використовувався в системі для забезпечення асинхронного логування і запускався через Docker-контейнер.

Для тестування асинхронної системи існує декілька варіантів. Можна тестувати систему цілком; тестувати чорну скриньку або нічого не тестувати.

У разі тестування всієї системи цілком ймовірність правильної роботи системи дорівнює майже 100%. При такому тестуванні одразу можна відловити помилки, пов'язані з рефакторингом. Але таке тестування найдорожче з трьох вищевказаних, тому що потребує повного копіювання системи в окреме оточення. Також тести можуть займати дуже багато часу. Також, серед недоліків такого підходу є також те, що не будь-яку систему можна повністю відтворити у тестовому оточенні.

У разі тестування чорної скриньки тестується лише основна частина системи, і всю систему піднімати не потрібно. Таке тестування дозволяє відловити зміни у межах частини системи, також ці тести легко пишуться

розробниками. Але за такого підходу ймовірність падіння системи вища, ніж у разі тестування системи цілком.

У разі відсутності тестування можна налаштувати алерти, метрики та моніторинг, які дозволять бачити все гарне та погане, що відбувається в системі. Також буде необхідно налаштувати безшовні релізи та відкат на попередню версію. Тоді перехід на нові версії програмного забезпечення відбуватиметься за наступною схемою – підняття системи на додатковому сервері, часткове або повне перенаправлення трафіку на цей сервер, моніторинг поведінки системи, деплой нової версії на основний сервер, моніторинг поведінки системи на основному сервері. У разі виявлення помилок відбувається відкат на попередню версію. Такий підхід найдешевший з точки зору тестів через їхню відсутність, але найскладніший з точки зору інфраструктури, бо викликає безліч проблем – необхідно налаштувати систему відкатів, метрики, алерти та моніторинг, що потребує великої кількості часу. Також необхідно дуже акуратно деплоїти міграції для бази даних, оскільки вони можуть зламати систему.

Ідеального варіанта тестування немає, але юніт-тести та інтеграційні тести мають бути у будь-якому випадку.

Під час розробки проєкту тестове покриття коду досягло майже 100%. Для тестування асинхронного логування було створено окрему папку для тестових логів.

Таким чином, у роботі розроблено розподілену систему інвентаризації з використанням асинхронної архітектури. Проаналізовано різні підходи до кожного з етапів розробки і обрано найбільш ефективний для даної системи.

Список використаних джерел:

1. RichardsonC. *Microservices Patterns: With examples in Java*. Manning, 2018. 520 p.

Секція 4

КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

Асп. Антонюк В.А., к. техн. н. Сидорова М.Г.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

ВИКОРИСТАННЯ ВІЗУАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КЕРУВАННЯ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ КОРИСТУВАЧА

Вже досить довгий час точиться питання, що є важливіше – візуальне оформлення чи функціональність. Однозначної відповіді немає, оскільки у кожної людини своя точка зору на це. Як кажуть, зустрічають по одязині, тому перше, що користувач зустрічає – це візуальне оформлення. Людина любить очима, тому перше враження від додатку має досить важливе значення. Користувач має розуміти, що відбудеться при тій чи іншій дії. Якщо користувач не розбереться з візуальним інтерфейсом, то яким би потужним з точки зору функціональності не був додаток, той чи інший потенціал додатку не буде розкритий і використаний в повному обсязі.

Провівши невелике тестування з варіаціями візуального оформлення додатку на цільовій групі з 50 користувачів, було виявлено, що після додання інструкції при першому запуску та елементів повідомлень користувача, певні функції додатку почали використовуватися на 20% більше.

Додаток побудований, використовуючи новий фреймворк.NETMAUI, що дозволяє створювати кросс-платформені додатки для Android, iOS, MacCatalyst, WinUI, Tizen. Фреймворк має обширний список елементів керування, проте завдяки бібліотеці .NET MAUI Community Toolkit, можливості фреймворку стають ще обширнішими. Це і конвертори, і анімації, і візуальні елементи. Один з них це Рорир.

Спливаючі вікна є дуже поширеним способом представлення користувачам інформації, яка стосується його поточного завдання. Для відображення елемента Рорир достатньо визвати одну команду:

`myNavigationPage.ShowPopup(myPopup)`. Розташувавши підказки над елементами керування, можна зручно спрямувати дії користувача, допомігши йому у покроковій операції.



Рисунок 1 – Приклад використання спливаючих вікон

Ще одна категорія розширень, яка представлена у бібліотеці .NET MAUI Community Toolkit – це сповіщення. Бібліотека пропонує `Toast` та `Snackbar`. Ці два елементи дозволяють своєчасно інформувати користувача про його поточну дію або її результат. `Toast` з'являється внизу сторінки та містить текстове повідомлення. `Snackbar` свою чергу у додаток до текстового повідомлення містить кнопку. Його зручно використовувати наприклад для відміни поточної операції.

Вдале поєднання елементів керування дозволяє більш раціонально використовувати функціональні можливості додатку, спрощуючи взаємодію користувача з додатком та полегшуючи його період на навчання у керуванні та використанні можливостей додатку.

Студ. Волковський В.В., к. техн. н. Сидорова М.Г.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

СТВОРЕННЯ ВЕБДОДАТКУ ОФФЛАЙН ПОДІЙ ДЛЯ РОЗШИРЕННЯ КОЛА СПІЛКУВАННЯ

Починаючи з 2020го року люди зіткнулися с наслідками пандемії. У багатьох з нас дуже звузилось коло спілкування, більшість інформаційного простору перейшло в Інтернет. Наразі існує багато різних сервісів для розширення кола спілкування, але більшість з них вирішує цю проблему лише частково. Прикладами таких сервісів є сайти знайомств, соціальні мережі, вебчати.

Основні недоліки таких систем: більшість подій в цих програмах націлено на віртуальний простір, платні додатки, інколи незручний інтерфейс, дуже багато непотрібної інформації, нав'язлива реклама.

Виходячи з цих проблем, метою роботи є розроблення безкоштовного вебдодатку для створення оффлайн подій за локацією зі зручним та водночас простим інтерфейсом. Завдяки такому додатку люди зможуть швидко знайти нових друзів, розширити коло спілкування та весело провести час.

Контент у веб додатку поділений на 2 частини: для зареєстрованих та для незареєстрованих користувачів. Зареєстровані користувачі мають право: переглядати події, здійснювати пошук та фільтрацію подій, підписуватися на події, відписуватися від подій, переглядати свої події (створені користувачем та ті події, де бере участь користувач), застосовувати чат для листування в конкретній події, залишати відгуки до тих події, де користувач брав участь, переглядати список своїх друзів та додавати нових, здійснювати базові операції зі своїм акаунтом (зміна паролю та електронної пошти). Незареєстрований користувач має право лише переглядати події, здійснювати пошук та їх фільтрацію.

Програмне забезпечення розроблено мовою C# та з застосуванням JavaScript, VueJS, VueRouter, Vuex, Asp .NetCore, Automapper, SignalR, SqlServer.

К. техн. н. Волосова Н.М., Швехне Амру

Дніпровський державний технічний університет,

КЗ «Технічний ліцей імені Анатолія Лигуна»

МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОДІЛУ КОСМІЧНОЇ МАТЕРІЇ ЗАСОБАМИ ТОПОЛОГІЧНИХ КОНЦЕПЦІЙ

В роботі досліджено можливості опису і аналізу розподілу космічної матерії засобами топологічних концепцій на основі симпліціальних комплексів з інтерпретацією чисел Бетті та застосуванням характеристик Ейлера для створення алгоритму моделі.

Для реалізації алгоритму створення моделі розподілу космічної матерії застосовано бібліотеки алгоритмів обчислювальної геометрії The Computational Geometry Algorithms Library (CGAL), а саме пакети 2D-триангуляцій та тривимірних триангуляцій. Дані пакети дозволяють будувати та обробляти триангуляції для наборів точок стохастичним блуканням, виконуючи обхід з вершини грані. Триангуляції будуються поступово і можуть змінюватися додаванням чи видаленням вершин або ребер у вигляді ланцюгів, базуючись на властивостях графів. Даний підхід пропонує потужний засіб опису структури Всесвіту та моделювання процесу його розширення, утворення космічної павутини, її зібрання у нитки та стіни

Застосована методика створює умови розширення та поглиблення можливостей дослідження і аналізу складних просторових павутинних і багатомасштабних розташувань матерії і галактик у космічній мережі. Концепції алгебраїчної топології, теорії графів, а саме метод Фльорі, стали доступними для практичного застосування завдяки сучасним досягненням в обчислювальній топології та розвитку необхідних обчислювальних ресурсів та пакетів прикладних програм. Запропонована технологія моделювання дає змогу застосування сучасного математичного апарату та програмного забезпечення для розв'язання широкого кола космологічно значущих питань.

К.ф.-м.н. Карімов І.К.

Дніпровський державний технічний університет

НЕТРАДИЦІЙНИЙ ПІДХІД ДО ВИВЧЕННЯ НАБЛИЖЕНИХ МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ЗАДАЧ

В освітньо-професійних програмах підготовки здобувачів технічних та природничих спеціальностей як правило передбачене формування у майбутніх фахівців компетентностей щодо застосування наближених методів розв'язання основних класів математичних задач. Відповідний теоретичний матеріал та лабораторний практикум включається до традиційних комп'ютерних або математичних дисциплін. В окремих випадках в навчальні плани вводять спеціальні дисципліни типу «Методи обчислень», «Числові методи» тощо.

Традиційна схема вивчення наближених методів включає в себе: виклад теоретичного матеріалу; закріплення теорії шляхом виконання тестового завдання з відображенням результатів окремих кроків в таблицях; програмування методу для реалізації на ПК [1, 2]. Оскільки мова йде про представлення даних в таблицях і реалізацію обчислень на ПК, то природним є застосування стандартних інформаційних технологій на основі табличного процесора MS Excel. Так, наприклад, алгоритм розв'язання нелінійних рівнянь зазвичай є типовим алгоритмом циклічної структури, в якому дії по визначенню нового інтервалу ізоляції кореня $[a; b]$ повторюються багаторазово, до виконання умови $|b - a| < \varepsilon$. Для реалізації такого алгоритму в середовищі MS Excel необхідно просто внести відомі дані в комірки електронної таблиці, записати формули, що реалізують один крок обчислень, та організувати копіювання формул необхідну кількість разів, контролюючи візуально виконання умови припинення циклу. Таким чином, мова йде про вирішення задачі в режимі маніпулювання даними, без безпосереднього програмування [3]. Паралельно з розв'язанням тестового завдання можна досліджувати різні

особливості методів, наприклад, аналізувати взаємозв'язок кількості кроків обчислень і точності одержаних результатів.

Отже, нетрадиційний підхід дещо змінює схему вивчення наближених методів: виклад теоретичного матеріалу; закріплення шляхом виконання тестового завдання в середовищі MS Excel; програмування методу. Останній з етапів для відносно простих методів може бути відсутнім. Він стає обов'язковим лише тоді, коли розв'язання реальних задач в середовищі MS Excel ускладнене (наприклад, при великій розмірності систем рівнянь).

Зауважимо, що реалізація наближених методів в середовищі MS Excel найбільш приваблива для здобувачів освіти, майбутня спеціальність яких не пов'язана безпосередньо з програмуванням, оскільки виключаються труднощі засвоєння матеріалу, зумовлені необхідністю розробляти та реалізовувати програми розв'язання задач.

Простота і універсальність описаного підходу безумовно сприяє його застосуванню в навчальному процесі при вивченні наближених методів розв'язання математичних задач.

Список використаних джерел:

1. Огурцов А.П., Мамаев Л.М., Каримов И.К. Математические методы и модели в расчетах на ЭВМ. – К.: ИСМО, 1997. – 192 с.
2. Фельдман Л.П., Петренко А.І., Дмитриєва О.А. Чисельні методи в інформатиці. - К.: Видавнича група ВНУ, 2006.- 480 с.
3. Карімов І.К., Карімов Г.І.. Комп'ютерні технології в навчальному процесі технічного університету : монографія — Кам'янське : ДДТУ, 2020. — 168 с.

К.ф.-м.н. Карімов І.К.

Дніпровський державний технічний університет

ОРГАНІЗАЦІЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ

ВИЩОЇ ОСВІТИ СПЕЦІАЛЬНОСТІ

017 “ФІЗИЧНА КУЛЬТУРА І СПОРТ”

Характерною прикметою сьогодення є активне застосування комп'ютерних технологій в усіх сферах суспільного життя, включаючи виробництво, економіку, науку, дозвілля тощо. Не виключенням є і така сфера як фізичне виховання і спорт. Саме тому в навчальні плани підготовки здобувачів вищої освіти спеціальності 017 “Фізична культура і спорт” введена дисципліна “Комп'ютерна техніка і інформаційні технології у фізичному вихованні і спорті”. Мета дисципліни - формування у майбутніх фахівців сучасних підходів до обробки даних у сфері фізичної культури і спорту, набуття практичних навичок застосування комп'ютерних технологій у практичній діяльності за фахом.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти мають здобути ряд компетентностей, серед яких виділимо такі як *навички використання інформаційних і комунікаційних технологій та здатність застосовувати сучасні технології управління суб'єктами сфери фізичної культури і спорту.* Програмні результати - *уміти обробляти дані з використанням сучасних інформаційних та комунікаційних технологій; застосовувати набуті теоретичні знання для розв'язання практичних завдань та змістовно інтерпретувати отримані результати.*

Враховуючи сказане вище, вся дисципліна поділена на 2 змістових модуля:

1. Теоретичні засади комп'ютеризації обробки даних в сфері фізичної культури і спорту.

2. Методи та засоби комп'ютерної обробки даних в сфері фізичної культури і спорту.

Перший модуль присвячений повторенню, уточненню та узагальненню основних понять інформатики; формуванню практичних навичок роботи з програмним забезпеченням ПК, включаючи ОС Windows, текстовий редактор MS Word, засоби роботи з комп'ютерною мережею Internet.

Другий модуль орієнтований на математичні методи досліджень в сфері фізичної культури і спорту та їх реалізацію засобами табличного процесора MS Excel, а також на висвітлення інформаційних технологій управління суб'єктами сфери фізичної культури і спорту.

Особливе значення мають практичні заняття, їх тематика наведена в наступній таблиці.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	ПК: принципи побудови та основні пристрої	2,0
2	Робота з папками та інструментами в Windows	2,0
3	Створення, редагування та форматування документів засобами MS Word	4,0
4	Створення та форматування таблиць в MS Word	2,0
5	Робота з об'єктами в середовищі MS Excel	2,0
6	Інформаційні ресурси комп'ютерних мереж та їх використання в сфері фізичного виховання і спорту	4,0
7	Організація обчислень в MS Excel, робота з формулами та стандартними функціями	2,0
8	Робота з графіками і діаграмами в MS Excel	2,0
9	Створення та ведення баз даних в середовищі MS Excel	2,0
10	Статистична обробка даних засобами MS Excel	4,0
11	Інформаційні технології багатофакторного кореляційно-регресійного аналізу: побудова моделей	2,0
12	Інформаційні технології багатофакторного кореляційно-регресійного аналізу: верифікація моделі	2,0
13	Розв'язування задач оптимізації за допомогою табличних процесорів	2,0

Виконання практикуму у вказаному обсязі забезпечує формування комп'ютерних навичок, передбачених освітньо-професійною програмою підготовки здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 017 “Фізична культура і спорт”.

К. техн. н. Красніков К.С.

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське

РЕЗУЛЬТАТИ ТЕСТОВИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ З КОМП'ЮТЕРНОЮ МОДЕЛЛЮ ЕЛЕКТРОННОГО ЗАСОБУ НАВЧАННЯ

Одним із тестів моделі є визначення швидкості читання файлів. З цією метою завантаження змісту підручника апробовано з підручниками різного об'єму (Рис. 1). Час вимірявся від початку відкриття файлу до моменту відображення підручника на екрані. Найбільший файл розміром близько 60МБ має 750 сторінок з текстом та рисунками. Об'єм найменшого файлу складає близько 2МБ з 50 сторінками.

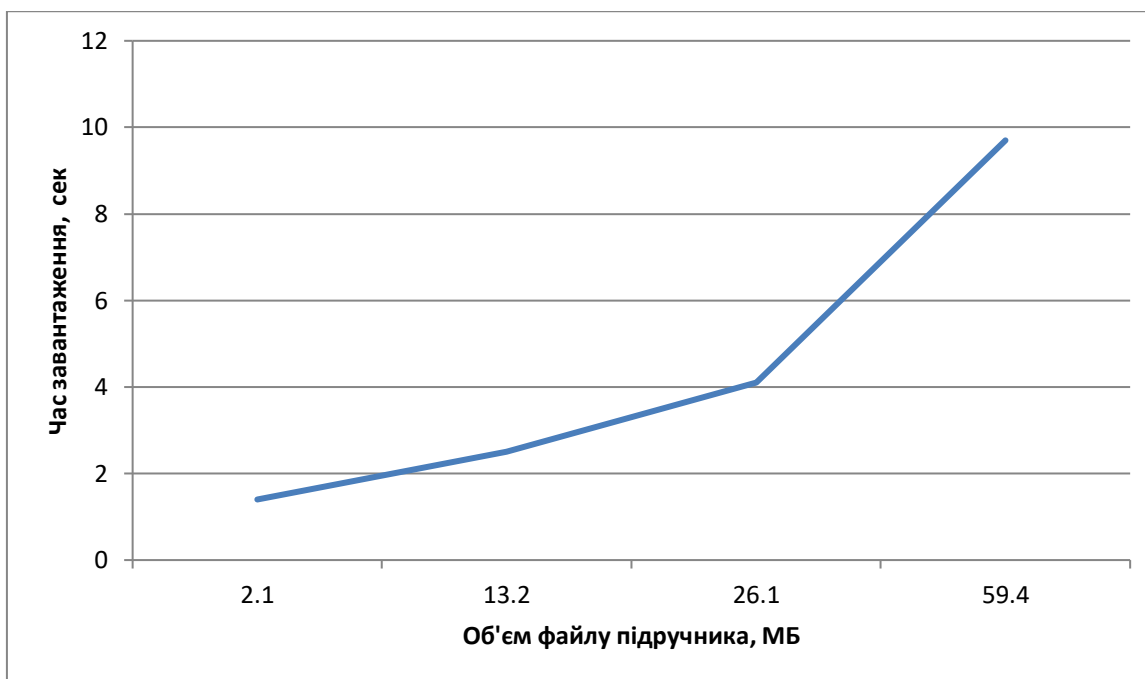


Рис. 1. Залежність часу завантаження підручника від його розміру

Як бачимо час завантаження швидко збільшується із збільшенням об'єму підручника. Очевидним розв'язком цієї проблеми є завантаження не всіх сторінок, а тільки тих, які може бачити користувач.

Також важливо оцінити об'єм оперативної пам'яті, необхідний для функціонування ЕЗН. Визначення об'єму пам'яті проводилося теж з 4 підручниками різного розміру (Рис. 2).

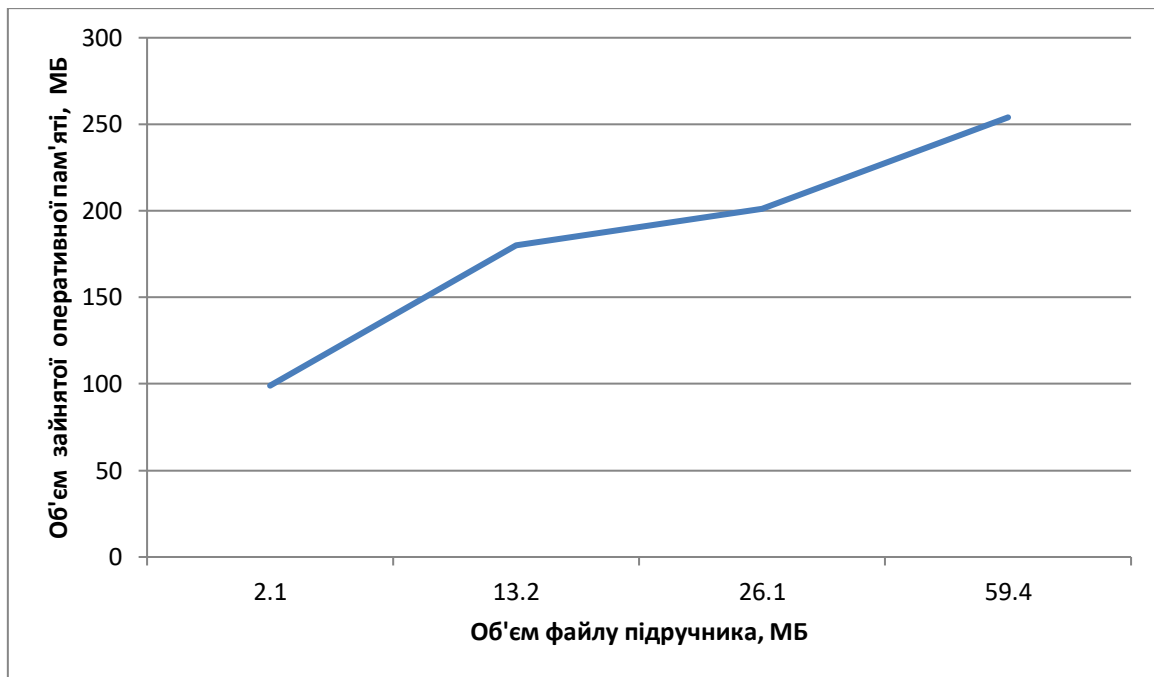


Рис. 2. Використання ЕЗН оперативної пам'яті

Із збільшенням розміру підручника ЕЗН потребує більшого об'єму оперативної пам'яті. Перевагою збереження даних у цій пам'яті є швидкий доступ і відображення сторінок підручника.

Таким чином, приходимо до висновку, що з точки зору швидкодії розроблена модель ЕЗН гарно пристосована до підручників менше 25 МБ. Найбільший обсяг зайнятої оперативної пам'яті для 750 сторінкового підручника склав біля 250 МБ, що сьогодні є невеликим об'ємом навіть для мобільних пристроїв.

З огляду на вищезазначені результати тестів запропонована модель ЕЗН є придатною до використання.

К.е.н. Нужна С. А.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

ОСОБЛИВОСТІ СЕРВІСУ «ВСЕОСВІТА» ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ

Навчальний процес у ВНЗ має різні форми контролю знань, умінь та навичок: співбесіда, контрольні роботи, колоквиуми, написання рефератів, семінари, самоконтроль, взаємоконтроль, лабораторні і практичні роботи, курсові роботи, курсові та дипломні проекти, різні види навчальної та виробничої практик, заліки, іспити. Означені форми контролю знань студентів є традиційними і широко застосовуються у роботі ВНЗ.

На сьогоднішній день під час навчання на дистанційній основі широко застосовується для визначення рівня знань тестовий контроль, який в повному обсязі враховує усі функції контролю. Тестовий контроль знань, умінь і навичок студентів дає змогу ефективно й об'єктивно оцінювати успішність студентів. Для створення тестів, для контролю знань студентів використовують багато програм та сервісів, наприклад, OnlineTestPad, також є можливість створення тестів за допомогою *GoogleФормы* (рис. 1) або на платформі *Moodle*(рис. 2) та інше.

11. Процедури оцінювання успішності під час навчання, на Вашу думку, були об'єктивними:

а) так;

б) скоріше об'єктивними;

в) скоріше не об'єктивними;

г) не об'єктивними.

Додати опцію або додати варіант "Інше"

Ключ опитування (0 балів)

Рис. 1. Конструктор тестового питання в Google Формы

ЕКз-1-20 Інформаційні технології

Питання 1
Відповісти ще не було
Макс. оцінка до 2.00

Який результат матиме формула, задана в комірі C2 активного робочого листа книги табличного процесора Microsoft Excel:

	A	B	C
1	а	b	c
2	10	-1	=ЕСЛИ(ИЛИ(A2<0;B2>2);B2;10/(B2+A2))

A. #####

B. -1

C. 20

D. 0

Почати нове Зберегти Показати правильні відповіді Перейти і закінчити Захити попередній перебіг

Рис. 2. Вид тестового питання в Moodle

Зручною у використанні є система тестування на сайті «Всеосвіта» <https://vseosvita.ua>. Тести на «Всеосвіта» - це інноваційна система тестування для освітян вищих навчальних закладів.

Конструктор тестів має зручний і доступний інтерфейс. Для кожного тесту можна створити опис, який буде відображатись на початку або в кінці тестування. При створенні тесту можна використовувати вісім типів питань: з однією правильною відповіддю, з кількома правильними відповідями, з полем для вводу відповіді, із заповненням пропусків у тексті, на встановлення послідовностей, на встановлення відповідності, з вибором вірної відповіді у тексті та на пошук у зображенні. За функціоналом тест може мати наступні режими доступу:

- Тест ЗАКРИТИЙ для відображення в бібліотеці тестів;
- Тест ВІДКРИТИЙ для відображення в бібліотеці тестів;
- Тест ВІДКРИТИЙ для відображення в бібліотеці тестів, але проходження доступно лише з дозволу автора. Кількість запитань для перегляду обмежена.

Тести можуть бути завантажені у форматі pdf. При створенні питань до тесту можливо використовувати текст, числову інформацію, формули, таблиці та графічні зображення, які автоматично оптимізуються (до 60%) із збереженням оригіналу. Крім того, можливо застосовувати різні елементи стильового оформлення питань тесту.

Створений тест можливо візуально переглянути і, при необхідності внести редакцію. Зручним у користуванні є використання флеш-карток на основі створеного тесту. Це дає можливість викладачу, використавши посилання на окремі питання, запропонувати студентам пройти тільки окремі питання тесту або використовувати деякі питання при підготовці до підсумкового тестування, або поділитись питаннями з іншими колегами. Щоб видати студентам тест необхідно створити проходження тестування. Існує три режими тестування:

- *Активний* – при отриманні посилання студенти одразу проходять тест;
- *Запланований* – можна виставити число початку і кінця тесту, час проходження тесту;
- *Керований* - тест можна розпочати коли всі студенти готові до проходження тесту. Час проходження керує викладач.

В якості додаткових параметрів можна встановити: обрати мінімальний та максимальний бал за тест, показати результати, виконати роботу над помилками, показувати результат відповіді після кожного питання, показувати варіанти відповіді у випадковому порядку, показувати запитання у випадковому порядку, заборонити проходити тестування з одного пристрою декільком учням, вибір спрощеного режиму проходження (проходження тесту займає не весь екран, а частину, є можливість переходу між вкладинками в програмі-браузер, можливо пропуск питання та повернення до пропущених питань), вибір системи оцінювання, нарахувати бали за частково правильну відповідь.

Для початку тестування викладач надсилає посилання, за яким студенти розпочинають роботу з тестом або QR-код, за яким студенти можуть пройти тестування на телефонах. Після проходження тесту властивості конструктора дають можливість виконати аналіз проходження тесту, детальну статистику відповідей, викладач може відкоригувати відповіді студентів (зарахувати відповідь як вірну), при цьому бали результатів тесту автоматично перераховуються. Також відповіді можливо завантажити у файл MicrosoftExcel.

Не обов'язковою є реєстрація студентів на сайті «Всеосвіті» для проходження тестів. Вся історія проходження тесту кожного студента зберігається у викладача і в будь-який час її можна переглянути.

При проходженні тесту є інформація стосовно студента, який проходить тест, його ІДкод, IP адреса комп'ютера, дата та час приєднання до тесту, інформація в кольорах стосовно правильності відповідей (зелений – вірна відповідь на питання, помаранчевий – частково правильна відповідь, червоний – не вірна відповідь). В процесі тестування викладач може переглядати та аналізувати відповіді студентів.

Отже, такі методи контролю як тестування зручно використовувати для організації ефективної цифрової взаємодії із здобувачами освіти як середньої так і вищої.

Ст. викл. Сегеда Н.Є.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

СТВОРЮВАННЯ І ВИКОРИСТАННЯ ГІПЕРПОСИЛАНЬ У MSOFFICE

Гіперпосилання зазвичай використовується з веб-сайтами для переходу від однієї сторінки до іншої або з одного веб-сайту на інший в Інтернеті. Але їх використання може бути доцільним також в технологіях документообігу. Вони дозволяють пов'язувати наші документи з будь-яким іншим документом (або ресурсом), який ми хочемо використовувати. З їх допомогою зручно організувати перехід до певного розташування в поточній книзі, на закладку в документі, надіслати повідомлення електронної пошти на вказану адресу та ін.

Існує можливість створювати та використовувати гіперпосилання в документах MSOffice як власноруч, так і засобами мови VBA, з використанням методів `Addto Followз` колекції `Hyperlinks`. Параметр `Addressв` методі `Addяк` URL-адрес можна вказати на HTML-файли, текстові файли, зображення, текстові документи, відео- та аудіофайли в Інтернеті, але допускаються лише певні типи протоколів. На жаль, через виконання гіперпосилання методом `Follow` об'єкта `Hyperlink` прямий доступ до гугл-документів на даний час неможливий, але виконується перехід за гіперпосиланням до Діску із одночасним запуском браузеру. Власне в гугл-таблицях засоби програмування відсутні, тому всі операції з гіперпосиланнями необхідно виконувати руками, без автоматизації. Але існує додаток `EXTRACTURLs`, який витягує посилання з Google таблиці та перетворює їх у формулу ГІПЕРПОСИЛАННЯ. Це принаймні вирішує проблему простого перетворення текстових посилань у формулу, коли таких посилань в таблиці досить багато.

Багаторічна практика викладання дисциплін «Офісні технології» та «Технології документообігу» показує, що оволодіння студентами навичками використання VBA дозволяє в подальшому широко використовувати можливості автоматизації у середовищі MSOffice. Сподіваємось також разом з ними на поширення аналогічних можливостей на гугл-документи.

Асп. Сизоненко О.Д., к.ф.-м.н.Божуха Л. М.

Дніпровський національний університет ім. О. Гончара

МЕТОДИ ПРИВ'ЯЗКИ ЗОБРАЖЕННЯ ДО ГЕОЛОКАЦІЇ

Фейкові новини зараз є проблемою цього року. Хибні публікації із зображеннями викликають у людей паніку та страх. Як же досягти процесу відсіювання неправдивої інформації на початковій стадії? Є кілька методів, які дозволять людині прив'язати фото до певного розташування.

1 Метадані. Фотографії формату JPEG або TIFF містять усередині набір метаданих. Будь-яка камера записує в JPEG-файл купу додаткової інформації - назву та параметри камери та об'єктива, дати зйомки та редагування, назву ПЗ, яким фото було змінено, відстань до об'єкта та гео-координати знімка.

Однією з головних проблем є те, що iOS видаляє всі метадані, якщо людина заливає картинку в інтернет.

2 Реверсивний пошук за зображеннями. Великі пошукові системи мають свої реалізації пошуку дублікатів зображень в інтернеті. GoogleImageSearch, TinEye, PinterestVisualImageSearch шукають не тільки повні дублікати, але й подібні фотографії.

Реверсивний пошук є особливо корисним, якщо потрібно знайти якесь відоме місце. Побачили фото з гарним місцем - Google з великою ймовірністю напише, де це.

Мінус полягає в тому, що пошук буде здійснюватися тільки тих зображень, які індексовані пошуковою системою або знаходяться у відкритому доступі.

3 Об'єкти-якорі на фоні. Якщо фотографія зроблена на вулиці, входить у хід пошук захованих предметів на зображенні. Цими предметами виступає все, що може дати людині зрозуміти хоча б приблизно країну, місто або вулицю: вуличні вивіски (якою мовою), реклама (якого формату номери телефонів), магазини (науглити), прапори, номери машин, маршрути автобусів, напрямок руху машин, основні марки/моделі авто, рельєф місцевості, високі будинки навколо.

4 Пошук за описом. Якщо на зображенні зображено щось, що можна описати словами: пляж, гора, дорога –потрібно все це ввести в Google. Бажано англійською.

5 Wikimapia.org, де є фільтри за типами. Наприклад, обираємо «показати всі заводи» і скролимо карту. В одних країнах вікімапія дуже повна, знає навіть стовпчики вздовж доріг, в інших не покаже головних вулиць.

6 WolframAlpha. Фото або відео можуть неявно містити деякі інші корисні речі. Погода на небі, кут сонця над обрієм, з якого боку росте мох на деревах. WolframAlpha дозволить перевіряти технічні та історичні дані: хмарність у конкретному місті у певну дату, демографія по країнах, та ще безліч корисних речей.

7 GoogleEarth / StreetView / Panoramio. Коли область пошуків звужена до кількох кілометрів, залишається прошерстити місцевість квадрат за квадратом. Супутникові знімки гугла, яндекса чи локальних пошукових систем – наш головний помічник. Коли визначено район — починаються піші прогулянки по StreetView.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. МЕТОДИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

<i>Гармаш К.В.</i> Програмна реалізація симуляції гри «Життя» з використанням алгоритму Джона Конвея на мові програмування C#.....	3
<i>Gnatyuk M. A., Harkavenko I. S.</i> Domain decomposition methods for analysis of periodic waveguide structures.....	6
<i>Дегтярьов І.Д., Тонкошкур І.С.</i> Математичне моделювання в'язких течій рідини навколо дискових систем.....	9
<i>Козакова Н.Л., Шейченко П.О.</i> Застосування евристичних алгоритмів для формування кредитного портфелю банку.....	10
<i>Прозор Д.Є., Тонкошкур І.С.</i> Комп'ютерне моделювання переносу забруднюючих речовин у підземних водах.....	11
<i>Самохвалов С.Є.</i> Закони руху калібрувально зарядженої матерії в калібрувальних теоріях гравітації.....	12
<i>Ткачук М. А., Грабовський А. В., Ткачук М. М., Третяк В. В.</i> Математичні моделі контактної взаємодії тіл в умовах пружно-пластичного деформування матеріалів	14
<i>Ткачук М. М., Грабовський А.В., Ткачук М. А., Волошина І.О.</i> Математичні моделі процесів і станів в елементах вітчизняних бойових машин.....	16
<i>Ткачук М.А., Кравченко С.О., Ткачук Г.В., Сериков В.І., Зінченко О.І.</i> Розробка та впровадження інноваційних технологій композиційного зміцнення поверхні та об'єму матеріалів на основі математичного моделювання процесів і станів елементів виробів для оборонної та енергетичної галузей.....	23

СЕКЦІЯ 2. МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ

<i>Авраменко В. І.</i> Дослідження характеристик розподілу випадкових променів з точкового джерела	25
<i>Анісімов Д.О., Клімов Р.О.</i> Оптимізація характеристичних параметрів для отримання стійких до розшарування рідинних сумішей.....	27

<i>Бузовський Є. О.</i> Про стиснення набору зображень формату PNG.....	30
<i>Грищенко А.А.</i> Характеристика та властивості квантових чисел елементарних частинок	32
<i>Дранишников Л.В., Ріпа М.Ю.</i> Дослідження і розробка методів оцінки знань за допомогою нечіткої логіки.....	33
<i>Дранишников Л.В., Циба В.В.</i> Сучасні підходи до регулювання слабоструктурованих об'єктів.....	36
<i>Звонецький М.С., Загребасєв М.С., Кулик М.В.</i> Математична модель багаторівневої системи керування ПЧ.....	39
<i>Кісельова О.М., Строева В.О., Строева Г.В.</i> Оптимізація мережі закладів освіти на території об'єднаних територіальних громад.....	43
<i>Клімов Р.О., Козирєва Я.В.</i> Моделювання роботи суміщених систем утилізації теплових вторинних енергетичних ресурсів.....	46
<i>Klimov R., Perekopsky K.</i> Efficiency of application of heat pumps in convective dryers.....	48
<i>Клімов Р.О., Филимонов Р.О.</i> Моделювання роботи геліотеплонасосних систем теплопостачання.....	50
<i>Морозовська А.С., Клімов Р.О.</i> Визначення конструкції теплообмінного апарату з мінімальною довжиною трубної системи.....	52
<i>Надригайло Т.Ж., Грінченко К.М., Дерезь Г.О., Жорнік Є.В.</i> Комп'ютерне моделювання процесів, що відбуваються при наповненні ємності розплавом металу зверху.....	54
<i>Пододня А.П., Клімов Р.О.</i> Оптимізація конструктивного виконання підігрівачів за зовнішнім геометричним об'ємом.....	57
<i>Stroieva V.O., Kosenko A.R.</i> Mathematical modeling of irrigation systems optimization.....	59
<i>С'янов О.М., Косухіна О.С., Коваленко Є.С., Косухін О.В.</i> Чисельне моделювання електромагнітних характеристик індукційного реостату	61

СЕКЦІЯ 3. АЛГОРИТМИ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

<i>Бабенко М.В., Котенко В.В.</i> Використання стеганографічних методів захисту інформації у текстових файлах.....	64
<i>Жульковський О.О., Жульковська І.І., Шевченко В. В., Вохмянін Г. Я.</i> Використання засобів <thread> С++ для підвищення ефективності комп'ютерного моделювання.....	67
<i>Соколовський Г. О., Мацуга О. М.</i> Розроблення розподіленої системи з використанням асинхронної архітектури.....	69

СЕКЦІЯ 4. КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

<i>Антонюк В.А., Сидорова М.Г.</i> Використання візуальних елементів керування для покращення взаємодії користувача.....	72
<i>Волковський В.В., Сидорова М.Г.</i> Створення вебдодатку оффлайн подій для розширення кола спілкування.....	74
<i>Волосова Н.М., Швехне Амру</i> Моделювання розподілу космічної матерії засобами топологічних концепцій.....	75
<i>Карімов І.К.</i> Нетрадиційний підхід до вивчення наближених методів розв'язання математичних задач.....	76
<i>Карімов І.К.</i> Організація комп'ютерної підготовки здобувачів вищої освіти спеціальності 017 «Фізична культура і спорт».....	78
<i>Красніков К.С.</i> Результати тестових експериментів з комп'ютерною моделлю електронного засобу навчання.....	81
<i>Нужна С. А.</i> Особливості сервісу «Всеосвіта» для організації контролю знань здобувачів освіти.....	83
<i>Сегеда Н.Є.</i> Створювання і використання гіперпосилань у MSOFFICE.....	86
<i>Сизоненко О.Д., Божуха Л. М.</i> Методи прив'язки зображення до геолокації	87

Н а у к о в е в и д а н н я

Мови видання: українська, англійська

ПРОБЛЕМИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Матеріали Всеукраїнської науково-методичної конференції
(25-27 травня 2022 року м. Кам'янське)

*Окремі доповіді друкуються в авторській редакції
За точність викладеного матеріалу відповідальність покладається на авторів*

Учений секретар Волосова Н.М.
Комп'ютерна верстка Волосова Н.М.

Підписано до друку 28.05.2022

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного
реєстру видавців серія ДК № 5399 від 26.07.2017.

Адреса редакції:
51918, Дніпропетровська обл., м. Кам'янське, вул. Дніпробудівська, 2