

**International scientific conference
"Innovative technologies, models
Cyber Security Management, ITCSM-2022**

**ANNUAL SCIENTIFIC CONFERENCE
ITCSM-2022
Part 2**

December 12-14, 2022

**Kyiv Ukraine
Book of Abstracts**

***«ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ
КІБЕРБЕЗПЕКОЮ ІТМК-2022»***

Міжнародна наукова конференція



Київ 2022

**«ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ
КІБЕРБЕЗПЕКОЮ ІТМК-2022»**

Міжнародна наукова конференція

Голова: Стеблянко П.О.

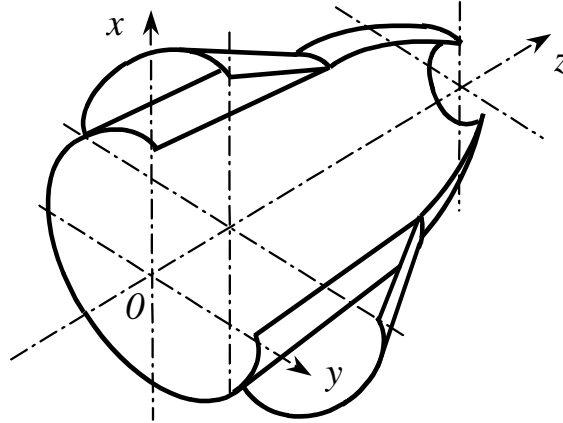
ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ ІТСМ-2022

**Бабешко М.О., Богданов В.Л., Бочаров Д.О., Волосова Н.М., Галішин О.З.,
Гачкевич О.Р., Григоренко О.Я., Гудрамович В.С., Дзюба А.П., Дьомічев
К.Е., Корнеєв М.В., Крилова Т.В., Круковський О.П., Кушнір Р.М., Лобода
В.В., Назаренко В.М., Пилипенко О.В., Пошивалов В.П., Приймаченко
Д.В., Савченко В.Г., Сохацький А.В., Стрельнікова О.О., Тимошенко В.І.,
Черняков Ю.А.(США), Ченцов В.В., N. Choudhary (Індія)**

З 2020 року в Університеті митної справи та фінансів проводиться Міжнародна науково-практична конференція «Інноваційні технології, моделі управління кібербезпекою ІТМК». В роботі конференції приймали участь представники США, Польщі, Індії, Лівії.

Співорганізатором конференції є *Інститут механіки ім. С.П.Тимошенка НАН України.*

У другій частині збірки матеріалів Міжнародної III наукової конференції «Інноваційні технології, моделі управління кібербезпекою ІТМК-2022» (том 2) зібрано матеріали доповідей фахівців з технічних, фізико-математичних, соціальних та освітніх наук.



**FRACTURE OF COMPOSITE AND HIGHLY ELASTIC MATERIALS AT
COMPRESSION ALONG TWO PARALLEL CLOSELY SPACED PENNY-SHAPED
CRACKS**

Volodymir Nazarenko, Mykhailo Dovzhyk

*S.P. Timoshenko Institute of Mechanics, National Academy of Sciences of Ukraine,
Nesterov Str. 3, 01057, Kyiv, Ukraine*

The axisymmetric problem of fracture of composite and highly elastic materials with two parallel penny-shaped cracks under compression along the crack plane was considered. As materials, a composite with the given characteristics of a transversely isotropic body and a highly elastic material with a Bartenev-Khazanovich potential were investigated. Using the method of calculations proposed in [1], critical shortenings for large and small distances between cracks were obtained. The analysis of critical shortenings made it possible to evaluate the applicability of the "beam approximation" in solving such problems.

1. A.N. Guz, M.V. Dovzhik, V.M. Nazarenko, Fracture of a material compressed along a crack located at a short distance from the free surface, *International Applied Mechanics*, **47**, No 6, 627-635 (2011).

ПРО ПОКРАЩЕННЯ ЗБІЖНОСТІ МЕТОДІВ ПОСЛІДОВНИХ НАБЛИЖЕНЬ ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ КРАЙОВИХ ЗАДАЧ ТЕРМОВ'ЯЗКОПЛАСТИЧНОСТІ

М.О.Бабешко, В.Г.Савченко

Інститут механіки ім. С.П.Тимошенка НАНУ

Задача дослідження напружено-деформованого стану багатьох елементів машинобудівних конструкцій, що працюють в умовах нерівномірного нагрівання під дією різних об'ємних і поверхневих навантажень, зводиться до розв'язання нелінійної крайової задачі термов'язкопластичності по визначенню компонентів переміщень, деформацій і напружень і наступної оцінки міцності конструкції. Отримання такого розв'язку є досить трудомісткою процедурою, яка включає вибір визначальних рівнянь, що адекватно описують деформування матеріалу, їх лінеаризацію, дискретизацію геометричної форми та ін.. Результати розв'язання крайової задачі істотно залежать від використаних визначальних рівнянь, побудованих на основі тієї чи іншої теорії пластичності. При цьому незалежно від використаних рівнянь процеси деформування кваліфікуються за формою траєкторій деформування, яка залежить від векторних властивостей матеріалу. Найбільш вживаними при розрахунках є теорії простих процесів деформування та процесів малої кривизни.

Рівняння стану матеріалу запишемо у вигляді узагальненого закону Гука для анізотропного матеріалу з додатковими членами. Коефіцієнти і додаткові члени враховують теплову деформацію, відхилення матеріалу від пружного, пошкодження і розпушення матеріалу, залежність властивостей матеріалу від виду напруженого стану і температури, середнього напруження в елементі тіла та інше. При їх визначенні використовують отримані за результатами експериментів миттєві термомеханічні поверхні та спряжені з ними діаграми повзучості. Однією з головних складових процедури розрахунку напружено-деформованого стану є організація процесу послідовних наближень, який зводить початково нелінійну задачу до послідовності розв'язків лінійних задач з деякими об'ємними і поверхневими силами, що визначаються додатковими напруженнями, знайденими при розв'язанні задачі на попередньому наближенні. Як правило, для лінеаризації задач використовуються метод пружних розв'язків (МПР) або метод змінних параметрів пружності (МЗПП) в теорії простих процесів деформування і метод додаткових напружень (МДН) в теорії процесів деформування вздовж траєкторій малої кривизни. Пропонується модифікація алгоритму послідовних наближень, що покращує збіжність загальновідомих методів. Відмінність від традиційної процедури полягає у способі визначення координат точки на термомеханічній поверхні для продовження процесу послідовних наближень. Суть модифікації полягає у використанні припущення щодо рівності питомої роботи формозміни, потрібної для деформування елементарного об'єму зразка в експерименті і безпосередньо в елементі тіла. На конкретних прикладах показано, що модернізація алгоритмів послідовних наближень як в МПР так і в МЗПП в теорії простих процесів, так і в МДН в теорії процесів деформування вздовж траєкторій малої кривизни знижує кількість наближень майже вдвічі. Дослідження збіжності проведено при розв'язанні осесиметричних та неосесиметричних задач термопластичності для тонкостінних і масивних тіл. Це підтверджує доцільність застосування запропонованого методу побудови послідовних наближень в задачах теорії оболонок і просторової теорії пластичності при проведенні довготривалих розрахунків або необхідності проведення обробки експериментальних даних в поєднанні з одночасним розв'язанням крайової задачі термопластичності (наприклад, в так званому методі СН-ЕОМ).

ПЕВНІ МАТЕРІАЛОЗНАВЧО-МАТЕМАТИЧНІ АСПЕКТИ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ЗАЛИШКОВИХ СТРУКТУРНОГО ТА НАПРУЖЕНОГО СТАНІВ СТАЛЬНИХ ПЛАСТИН ПРИ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОМУ НАГРІВІ ТА ОХОЛОДЖЕННІ

А.Р. Гачкевич, Т.В. Козакевич, Т. Волчаньські

Інститут прикладних проблем механіки та математики НАН України (м. Львів, Україна); Політехніка Опольська (м. Ополье, Польща)

У багатьох галузях сучасного машинобудування, приладобудування та ін. широко використовуються сталі різного функціонального призначення. Для надання сталевим елементам конструкцій та приладів необхідних фізико-механічних властивостей в інженерній практиці застосовується термічна обробка, що у більшості випадків здійснюється з використанням локальних нагрівачів.

Термічна обробка сталей складається з різних операцій теплового впливу на метал, при якій відбуваються зміни фазового складу, фізичних властивостей і напруженого стану (зокрема, значення та розподілу мікро- і макронапружень, величину залишкових напружень та ін.).

Саме високі температури нагріву та режими подальшого охолодження можуть змінювати фазовий склад сталі, що обумовлює зміну її механічних властивостей (твердості, міцності, пластичності, в'язкості та ін.), а також приводить до утворення у відповідних елементах поряд із пластичних структурних залишкових деформацій і напружень, які можуть перевищувати допустимі.

Тому актуальною є розробка недостатньо освітлених у літературі матеріалознавчих та фізико-математичних аспектів методології моделювання та визначення просторового неоднорідного фазового складу та зумовлених ним залишкових напружень у сталевих тілах при локальному високотемпературному нагріві, а також їх оптимізації з метою отримання певних механічних властивостей і рівня залишкових напружень, які необхідні для ефективного виробництва.

При розробці числових методів дослідження та вивчення процесів, що протікають у металах, при термічній дії використовують два основні підходи. При одному підході базуються на параметричних рівняннях процесів, одержаних під час статистичної обробки експериментальних даних. Ці рівняння пов'язують вихідні параметри (напр., необхідну температуру нагріву, потужність і вид теплових джерел тощо) з вхідними параметрами (хімічним складом матеріалу, режимом нагріву та ін.) без аналізу фізичних процесів у металах при термічному впливі. Тому їх використання обмежене областю зміни вхідних параметрів під час проведення експериментів. При цьому часто не враховуються численні супутні фактори, що впливають на термонапружений стан у металах. Цей підхід використовується і при визначенні діаграми ізотермічного та анізотермічного розпаду аустеніту.

Другий підхід включає аналіз фізичних процесів у металах при термічній обробці. У цьому підході використовують фізико-математичні основи: аналітичні залежності законів металофізики, регресивні рівняння (отримані методами математичної статистики), що описують характеристики поліморфних перетворень з урахуванням статистичної обробки даних [1 та ін.]. Побудовані на цьому принципі розрахункові методики мають більш універсальний характер, ніж параметричні рівняння. Саме другий підхід використовують при описі проаналізованих процесів при монотонних режимах зниження температури, що в цілому часто відбувається на практиці (при цьому приймають ряд спрощуваних передумов: відсутні термопластичні деформації; початкові температури початку охолодження вище за температуру поліморфних перетворень; напруження не перевищують межі текучості і не впливають на фазовий

склад та ін.).

На основі викладеного вище підходу в роботі [1 та ін.] запропоновано макроскопічну математичну модель опису фазового складу та залишкового напруженого стану в тілах, виготовлених з низьколегованих маловуглецевих сталей, зокрема, тонких пластин, при нагріванні до утворення зон повної аустенізації металу та подальшого монотонного охолодження в діапазоні температур поліморфних перетворень Тут вміст фазових складових встановлюється з використанням згаданих інтерполяційних математичних залежностей, а залишкові напруження пов'язуються зі зміною питомого об'єму фазових складових (аналогічним чином як при описі температурних напружень). При цьому приймають, що ці залежності мають місце у кожній точці тіла (аналог принципу локальної термодинамічної рівноваги).

У результаті статистичної обробки відповідних діаграм для фіксованого типу сталі одержані (з використанням методів багатовимірного регресійного аналізу з послідовним виключенням незначних регресорів) інтерполяційні формули, які присутні в [1].

З аналізу особливостей залишкових напружень зумовлених температурним нагрівом випливає, що на них мають вплив ряд факторів теплового, механічного та матеріалознавчого характеру, а також точність встановлення експериментальних даних при високотемпературному нагріванні, зокрема значень питомих обсягів фазових складових. На точність одержуваних кінцевих результатів впливає також ряд неконтрольованих факторів: випадковість розкиду значень максимальних температур і швидкостей нагріву металу, коливання розмірів аустенітних зерен, різні допуски розмірів досліджуваних зразків та ін.

Аналізуючи одержувані на основі запропонованої моделі результати, можна отримати досить адекватні дані про характер виникаючих залишкових напружень та їх знаки в підобластях аналізованих елементів конструкцій без врахування зазначених вище факторів, зокрема неконтрольованих. Це особливо є важливим, оскільки допомагає відповісти на питання: у яких випадках температурні напруження додаються до структурних, зокрема, гартіваними, посилюючи небезпеку руйнації, і у яких навпаки – компенсують одні інших.

Розроблено пакет програм для реалізації запропонованої на основі чотириетапної числової методики розрахунку структурного та напруженого залишкових станів у низьколегованих маловуглецевих сталях за монотонного охолодження. Програмне забезпечення дозволило провести цикл досліджень для широкого діапазону параметрів сформульованої комплексної задачі термомеханіки за врахування структурних чи перетворень.

Розглянуто особливості основних видів термообробок, зокрема, пов'язані з локальним характером нагрівання, а також кількісного опису процесів, що відбуваються при цьому.

Література

1. *Tomasz Wolczański, Teresa Kozakevych, Oleksandr Hachkevych. Structural and residual stress state of steel plates subjected to the heating of moving heat sources. (ISSN 1429-6063, ISBN 978-83-66033-63-4). Oficyna Wydawnicza Politechniki Opolskiej, Opole, 2019. – 290 с.*

АЛГОРИТМ РОЗЩЕПЛЕННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ НЕРІВНОМІРНО НАГРІТОЇ ТОНКОСТІННОЇ ШАРУВАТОЇ ОБОЛОНКИ

Стеблянюк П.О., Галішин О.З.

Інститут механіки ім. С.П.Тимошенка НАН України

Вступ. У техніці знаходять широке застосування тонкостінні конструкції, виконані у вигляді тонкостінних шаруватих оболонок обертання, які працюють в умовах неізотермічного навантаження. До них відносяться елементи паротурбінних і газотурбінних установок, трубопроводів та інше. Для оцінки міцності таких конструкцій необхідно найбільш точно визначати розподіл температури, що виникає в них. В даний час розроблені експериментальні та числові методи визначення нестационарних температурних полів у шаруватих оболонках. Огляд робіт, присвячених методам розрахунку шаруватих оболонок при конвективному теплообміні з навколишнім середовищем, наведено у роботах [1-3], де також викладено методику вирішення осесиметричної задачі теплопровідності для тонких шаруватих оболонок.

У доповіді розглядається задача щодо визначення нестационарного (в режимі установлення) осесиметричного температурного поля у тонких шаруватих оболонках обертання при комбінованому теплообміні з навколишнім середовищем. Отримано нові розрахункові ітераційні формули для числового розв'язання двовимірного нестационарного рівняння теплопровідності підвищеної точності за часом. Результати розрахунків за розробленою методикою зіставляються з рішеннями отриманими за допомогою програмного комплексу ANSYS.

Постановка задачі та основні рівняння. Розглянемо тонку оболонку обертання, складену із послідовно з'єднаних ланок з різною формою меридіана. У межах однієї ланки оболонка складається з ізотропних шарів із змінною вздовж меридіана товщиною та теплофізичними властивостями, що залежать від температури. Припустимо, між шарами виконується умова ідеального теплового контакту. Положення довільної точки оболонки визначимо в системі криволінійних ортогональних координат s, φ, ζ , де s ($s_0 \leq s \leq s_n$) – довжина дуги координатного меридіана; φ – окружна координата; ζ ($\zeta_0 \leq \zeta \leq \zeta_q$) – координата, спрямована по нормалі до координатної поверхні. Координати ζ_0 і ζ_q відповідають внутрішнім і зовнішнім поверхням оболонки, а координати ζ_p ($p = 1, \dots, q-1$) – поверхням контакту суміжних шарів.

Нехай у початковий момент часу в оболонці існує температурне поле $T = T_0(s, \zeta)$, що встановилося, а потім вона піддається нестационарним осесиметричним тепловим впливам. У вибраній системі координат рівняння теплопровідності має вигляд [3]

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a(F^{(s)} + F^{(\zeta)}), \quad (1)$$

$$F^{(s)} = \frac{\partial^2 T}{\partial s^2} + \left(\frac{1}{\lambda} \frac{\partial \lambda}{\partial s} + \rho \right) \frac{\partial T}{\partial s}, \quad F^{(\zeta)} = \frac{\partial^2 T}{\partial \zeta^2} + \left(\frac{1}{\lambda} \frac{\partial \lambda}{\partial \zeta} + k \right) \frac{\partial T}{\partial \zeta}, \quad (2)$$

де $a = a(T)$, $\lambda = \lambda(T)$ – коефіцієнти температуропровідності та теплопровідності; $k = k_s + k_\varphi = \frac{d\theta}{ds} + \frac{\sin \theta}{r}$ – сума головних кривизн координатної поверхні; $\rho = \frac{\cos \theta}{r}$; $r = r(s)$ – радіус координатної поверхні; $(\pi - \theta)$ – кут між нормаллю до координатної поверхні та віссю обертання z .

На зовнішній і внутрішній поверхнях конструкції відбувався нагрів за рахунок конвективного теплообміну з навколишнім середовищем, який описується умовою

$$-k \frac{\partial T}{\partial n} = \alpha(T - T_{cp}), \quad (3)$$

де α – коефіцієнт тепловіддачі; T_{cp} – температура навколишнього середовища.

На торцях задавались умови теплоізоляції

$$\frac{\partial T}{\partial n} = 0. \quad (4)$$

Для визначення розподілу температури в процесі нагріву конструкції пропонується алгоритм оснований на ідеї розщеплення рівняння (1) за геометричними властивостями [4]. Згідно з цим підходом на кожному повному кроці за часом послідовно розв'язуються два наступні одновимірні рівняння

$$\frac{\partial T}{\partial t} = aF^{(s)}, t \in [t_p; t_{p+1/2}], \quad \frac{\partial T}{\partial t} = aF^{(c)}, t \in [t_{p+1/2}; t_{p+1}]$$

На відміну від чисто різницевого підходу, похідну за часом будемо апроксимувати за допомогою сплайн-функцій. Це дозволяє підвищити порядок апроксимації цієї похідної з першого до третього.

Висновки. Проаналізовано сучасні обчислювальні методи розв'язання нестационарних задач термомеханіки. Запропонована нова математична модель, яка описує термомеханічну поведінку термочутливих тонкостінних шаруватих оболонок довільного перетину з підвищеною точністю.

Отримано нові розрахункові ітераційні формули для числового розв'язання двовимірного нестационарного рівняння теплопровідності. Ці формули отримані на підставі застосування для апроксимації похідних сплайн-функцій та методу покомпонентного розщеплення.

Література

1. Галишин А.З., Стеблянюк П.А., Шевченко Ю.Н. Определение нестационарных температурных полей в тонких слоистых оболочках вращения при осесимметричном нагреве // Збірник наукових праць Дніпродзержинського державного технічного університету: (технічні науки). Тематичний випуск «Математичні проблеми технічної механіки» / Дніпродзержинськ: ДДТУ. – 2012. – Випуск 2 (19). – С. 3 – 12.
2. Galishin A.Z. Thermal Stress-Strain State of Thin Laminated Shells of Revolution under Convective Heat Exchange with the Environment / Galishin A.Z., Steblyanko P.A., Shevchenko Yu.N. // Збірник наукових праць Дніпродзержинського державного технічного університету: (технічні науки): тематичний випуск “Математичні проблеми технічної механіки” / Дніпродзержинськ: ДДТУ. – 2013. – Випуск 2 (22). – С.3-8.
3. Шевченко Ю.Н., Галишин А.З., Стеблянюк П.А., Баняс М.В., Дегтяренко П.Г., Тонконоженко А.М. Определение нестационарных температурных полей в тонких слоистых оболочках вращения при комбинированном теплообмене с окружающей средой // Зб. наук. праць ДДТУ: (технічні науки) / Дніпродзержинськ: ДДТУ. – 2014. Тематичний випуск 2(25): додаток, розділ „Математичні проблеми технічної механіки” – С. 85 – 90.
4. Стеблянюк П.А. Методы расщепления в пространственных задачах теории пластичности. – Киев: Наукова думка, 1998. – 304 с.

ЧИСЛОВА ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ ТЕРМООБРОБКИ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ

Є.М. Ірза, Т.В. Козакевич

*Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН
України, 79060, м. Львів, вул. Наукова, 3-б; Evgen_Irza@ukr.net*

Пропонується загальний підхід до задач числової оптимізації режимів термообробки елементів конструкцій складної форми та структури.

Розв'язування даного класу задач відбувається у три етапи:

- математична постановка задачі оптимізації;
- розробка числового алгоритму пошуку оптимального розв'язку;
- реалізація числового алгоритму в програмному комплексі.

Математична постановка задачі оптимізації включає такі послідовні кроки:

- вибір параметрів стану;
- формулювання математичних залежностей, які описують поведінку тіл за даних умов процесу теплового навантаження;
- вибір функціоналу оптимізації;
- вибір критерію оптимальності;
- вибір функцій керування, за допомогою яких досягається екстремум функціоналу оптимізації;
- формування математичних обмежень на параметри стану і функції керування.

Розробка числового алгоритму пошуку оптимального розв'язку складається із наступних етапів:

- побудова алгоритму розв'язування прямих задач;
- побудова алгоритму розв'язування задачі оптимізації.

В розглядуваному підході алгоритм розв'язання прямих задач базується на методі зважених залишків в поєднанні з методом скінченних елементів, який включає:

- дискретизацію області скінченними елементами;
- апроксимацію невідомих функцій на елементі розбиття;
- отримання на цій основі системи алгебраїчних рівнянь відносно вузлових значень невідомих функцій у вузлах і алгоритм розв'язку цієї системи.

Алгоритм розв'язування задачі оптимізації будуюмо на основі принципу поетапної параметричної оптимізації.

Запропонований алгоритм оптимізації реалізований в програмному комплексі, який складається з баз даних і розрахункових блоків наступного призначення:

- бази даних по геометрії області, яку займає тіло;
- блок по дискретизації області, яку займає тіло;
- бази даних по граничних умовах;
- бази даних по фізичних характеристиках матеріалу;
- розрахунковий блок по прямих задачах;
- розрахунковий блок по оптимізаційних задачах;
- блоки по візуалізації результатів розрахунків.

В основу розробки розрахункової програмної оболонки, враховуючи вимоги постійного розширення програмного забезпечення, покладені такі принципи, як загальність, відкритість, модульність, компактність.

ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНОВАНОГО РАМНО-АНКЕРНОГО КРІПЛЕННЯ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ВОДОПРИПЛИВУ У ГІРНИЧУ ВИРОБКУ

О.П. Круковський, В.В. Круковська, Ю.О. Виноградов

Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України

Просторове розташування сталевих-полімерних анкерів надає змогу сформувати навколо виробки непроникну породно-анкерну конструкцію [1, 2]. В результаті фільтраційна проникність приконтурних порід не збільшуватиметься з часом, що дозволяє вирішити одразу дві задачі: підтримання гірничої виробки у стійкому стані та її гідроізоляції [1, 3]. Але, якщо виробка проводиться в нестійких породах, які набули підвищеної вологонасиченості ще до моменту установки анкерного кріплення, то навіть після його зведення можливе висипання та обвалення розмокших приконтурних порід.

Із застосуванням комбінованого рамно-анкерного кріплення, у якому за рахунок використання сталевих рам і сіток у доповнення до сталевих-полімерних анкерів, забезпечується стійкість гірничої виробки, гідроізоляція і захист від обвалення розмокших приконтурних порід всередину виробки. Установка рамного кріплення одразу після виїмки породи в вибої виробки і затягування металевою сіткою поверхні оголених порід дозволяє одразу після посування вибою виробки попередити обвалення нестійких водонасичених приконтурних порід і забезпечує безпеку праці шахтарів та цілість обладнання. В залежності від величини водоприпливу необхідно застосовувати просту, посилену або потужну схему анкерного кріплення [4], які забезпечують необхідний за певних умов рівень проникності порід навколо виробки на період її експлуатації.

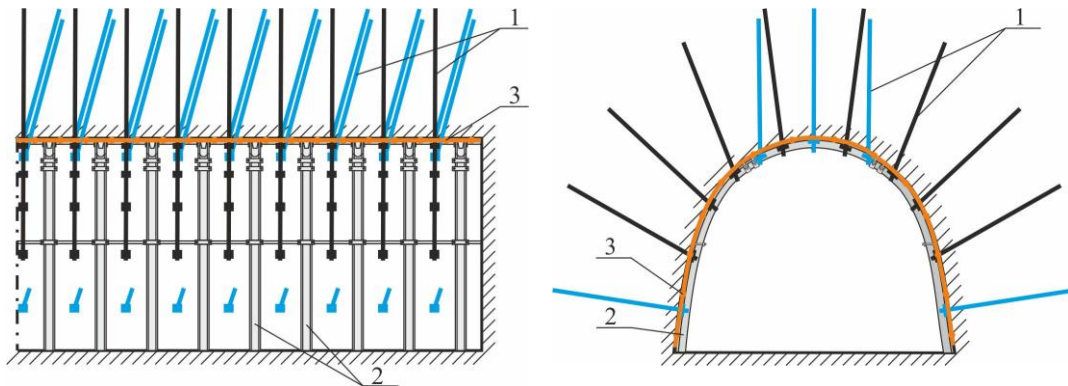


Рисунок 1 – Комбіноване рамно-анкерне кріплення, посилена схема: 1 – сталеві анкери з полімерним закріпленням; 2 – сталеві рами; 3 – сталева сітка.

Література

1. Krukovskiy O., Krukovska V., Vynogradov Y., Dyomin V. Application of roof bolting to reduce water inflow into mine workings during the crossing of tectonic disturbances / Second International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters. E3S Web of Conferences, 280 (2021), 01006. doi.org/10.1051/e3sconf/202128001006
2. Виноградов Ю.А. Исследование водопритока в горную выработку в зависимости от способа ее крепления // Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва. – Науково-виробничий збірник: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2015. – Вип. 1(15). – С. 89-95.
3. Krukovskiy O.P., Krukovska V.V., Vynogradov Yu.O. Development of roof bolting technology for application in gas- and water-bearing rocks / Prospects for developing resource-saving technologies in mineral mining and processing. Multi-authored monograph. – Petroșani, Romania: Universitas Publishing, 2022. – P. 43-76.
4. Krukovskiy O.P., Krukovska V.V., Bulich Yu.Yu., Zemlianaia Yu.V. Some aspects of development and application of the bearing-bolt supporting technology / Resource-saving technologies of raw-material base development in mineral mining and processing. Multi-authored monograph. – Petroșani, Romania: Universitas Publishing, 2020. – P. 123-142.

ЕКСТРАПОЛЯЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ МОДЕЛІ ТЕЧІЇ БОДНЕРА–ПАРТОМА ПРИ МОДЕЛЮВАННІ НАДШВИДКИХ ДЕФОРМАЦІЙ

Яковенко Н.Д.¹, Сенченков І.К.¹, Васильєва Л.Я.²

¹Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України

²Миколаївський національний університет ім. В.О. Сухомлинського

Для числового моделювання процесів високошвидкісного удару, вибухового навантаження і фрагментації широко використовується модель Боднера–Партома. Суттєвими особливостями моделі є: закон течії Прандтля – Рейса, кінетичне рівняння, яке співвідносить швидкість непружної деформації з напруженням і змінним зміцненням, еволюційні рівняння для параметрів ізотропного і направленої зміцнення [1]. Модель Боднера – Партома добре описує непружне деформування матеріалів, зокрема залежність границі текучості від швидкості деформування в інтервалі $10^{-6} c^{-1} - 5 \cdot 10^4 c^{-1}$. В даній роботі показано, що модель може описувати наведену залежність і для більших швидкостей.

На рис. 1 значками показані експериментальні дані відносно залежності границі текучості танталу від швидкості деформування в матеріалі в межах $10^{-6} c^{-1} - 10^6 c^{-1}$ при температурі $20^{\circ}C$ на основі даних роботи [2]. Використані такі позначення експериментальних даних: \circ – Hoge&Mukherjee; \square – Chen&Gray; \dagger – Armstrong et al., ∇ – Vecchio. Суцільною кривою на цьому рисунку показана розрахункова залежність $\sigma_{02}(\dot{\epsilon})$ для танталу в інтервалі швидкостей деформацій $10^{-6} c^{-1} - 10^6 c^{-1}$, отримана в роботі [3] з використанням моделі Боднера – Партома при таких значеннях параметрів для температури $\theta = 20^{\circ}C$:

$$n = 0,418, m_1 = 0,1 \text{ МПа}^{-1}, K_0 = 2,57 \cdot 10^4 \text{ МПа}, K_1 = 5,14 \cdot 10^4 \text{ МПа}, D_0 = 10^8 c^{-1}. \quad (1)$$

Штрихова лінія відповідає такому набору коефіцієнтів моделі:

$$n = 0,355, m_1 = 0,1 \text{ МПа}^{-1}, K_0 = 5,5 \cdot 10^4 \text{ МПа}, K_1 = 1,1 \cdot 10^4 \text{ МПа}, D_0 = 10^8 c^{-1}. \quad (2)$$

Для пружних характеристик приймалось $E = 1,88 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, $\nu = 0,35$ [5].

Відзначимо, що набір параметрів (1) отриманий шляхом обробки експериментальних результатів в інтервалі швидкостей деформації $10^{-1} c^{-1} - 10^4 c^{-1}$, а набір (2) – визначався в інтервалі $10^{-2} c^{-1} - 10^2 c^{-1}$.

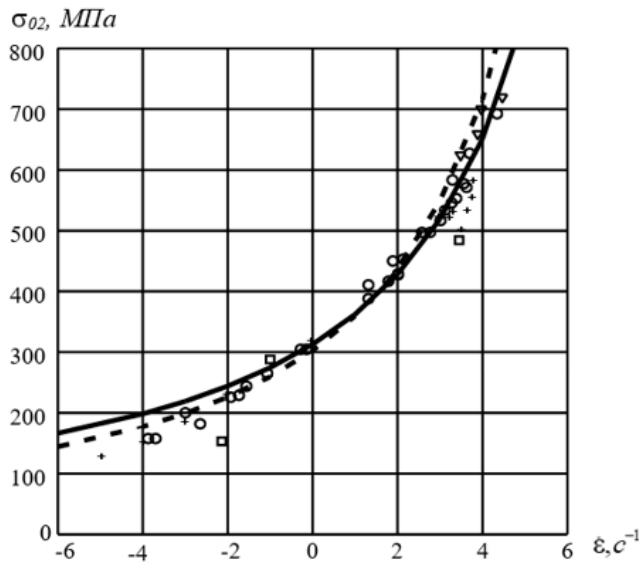


Рис. 1

Обидві криві досить добре якісно і кількісно екстраполюють експериментальні результати, отримані в інтервалах за межами визначення параметрів моделі. Особливо відмітимо досить добру апроксимацію даних при надвеликих швидкостях. Це свідчить про те, що функціональні залежності в рівняннях моделі Боднера – Партома вибрані досить вдало, що і дозволяє „схопити” залежність $\sigma_{02} \sim \dot{\epsilon}$, використовуючи параметри моделі, які визначені на обмеженому інтервалі швидкостей деформування.

На рис. 2 штриховими лініями позначено залежність границі течії (крива 2) і границі міцності (крива 1) при крученні (зсуві), розраховані на основі моделі Боднера – Партома для сталі 35ХМА. Трикутниками і кружками позначені експериментальні дані. Суцільні криві відповідають лінійній апроксимації Ейрінга: $\tau_{02,B} = A_{1,2} + B_{1,2} \lg \dot{\epsilon}$, де $A_{1,2}, B_{1,2} = const$. Вертикальний відрізок визначає розкид експериментальних даних для схожих сталей, отриманих перерахунком від значень пружної границі Гюгонію та віднесених до швидкості $\lg \dot{\epsilon} = 5 \cdot 10^5 c^{-1}$. Приблизно така швидкість відповідає методиці РРІТ.

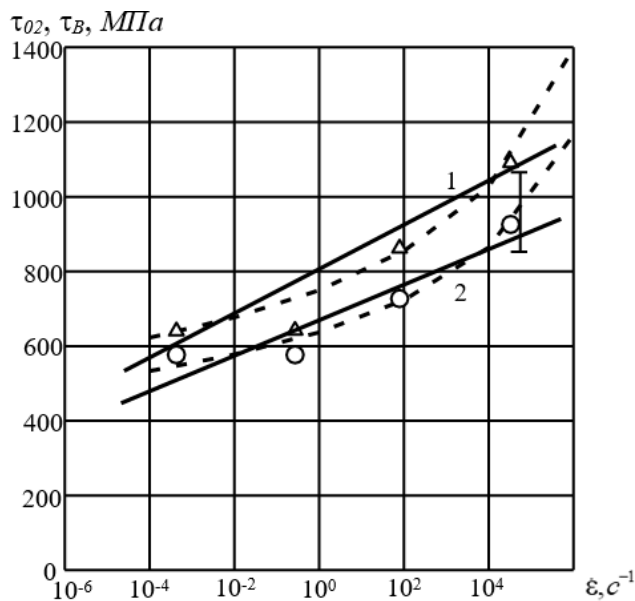


Рис. 2

Наведені дані дозволяють зробити такий висновок: модель Боднера – Партома дозволяє задовільно описати непружні властивості сталі 35ХМА в інтервалі $10^{-4} c^{-1} - 10^4 c^{-1}$ і дає екстраполяцію до швидкості $\dot{\epsilon} \sim 10^6 c^{-1}$, яка корелює з даними для схожих сталей.

1. Senchenkov I. K. Modeling of a nonisothermal flow with regard for the dependence of plastic properties on the microstructure of a material / I. K. Senchenkov, N. D. Oksenchuk // J. Math. Sci. – 2013. – 190, N. 6. – P. 796–803. – Режим доступу: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10958-013-1289-6>.
2. Dean G. Modeling the behavior of plastics for design under impact / G. Dean, B. Read // Polymer testing. – 2001. – Vol. 20. – P. 677–683.
3. Оксенчук Н. Д. О возможности модели Боднера – Партома при моделировании динамической пластичности металлов / Н. Д. Оксенчук, М. В. Баняс, И. К. Сенченков. // Пробл. обчислювальної техніки і міцності конструкцій. – 2011. – Вип 15. – С. 114–118.

ВПЛИВ ПІВПРОСТОРУ ІДЕАЛЬНОЇ РІДИНИ НА ПОВЕРХНЕВУ НЕСТІЙКІСТЬ НЕСТИСЛИВОГО ПРУЖНОГО ПІВПРОСТОРУ, ПІДДАНОГО СКІНЧЕННИМ ПОЧАТКОВИМ ДЕФОРМАЦІЯМ

О.М. Багно, Г.І. Щурук

Інститут механіки імені С.П. Тимошенка НАН України

Як відомо, дія на пружний півпростір значних стискаючих зусиль, що викликають великі деформації, може призвести не тільки до змін дисперсійних і кінематичних властивостей, але й до втрати його поверхневої стійкості. Це явище для суто пружного тіла докладно досліджувалося в теорії стійкості пружних тіл і там також було визначено значення параметра критичного укорочення, при якому воно відбувається. Разом з тим для більш складних систем випадку, коли пружне тіло взаємодіє з рідиною, виникнення поверхневої нестійкості вивчено недостатньо повно.

Розвиток техніки висуває нові підвищені вимоги до дослідження процесів, що виникають у пружно-рідинних системах. Сутність їх полягає в необхідності повнішого врахування властивостей реальних твердих і рідких середовищ і на цій основі адекватного опису різноманітних явищ і механічних ефектів, характерних для динамічних процесів у гідропружних хвилеводах. Значне практичне використання поверхневих хвиль вимагає врахування властивостей, які притаманні реальним тілам. До таких факторів належать початкові напруження в твердих тілах і стисливість рідини.

У даній роботі для дослідження стійкості пружно-рідинного хвилеводу, що складається з півпростору рідини та пружного півпростору, застосовуються моделі, які враховують початкове напруження в твердому тілі та стисливість рідини. При цьому використовуються тривимірні лінеаризовані рівняння Ейлера для рідини та тривимірні лінеаризовані рівняння теорії пружності скінчених деформацій для твердого тіла. Передбачається, що рідина є ідеальною і в незбуреному стані перебуває в спокої. Використовуються постановки задач і метод, оснований на застосуванні представлень загальних розв'язків лінеаризованих рівнянь руху ідеальної стисливої рідини та попередньо напруженого нестисливого пружного тіла, які запропоновані в роботах [1, 2].

В рамках лінеаризованої теорії поширення хвиль [1, 2] розв'язувалися задачі на власні значення для рівнянь руху пружного тіла і рідини, а також визначалися відповідні власні функції. Після підстановки загальних розв'язків у граничні умови і виконання ряду перетворень було отримано характеристичне рівняння, яке описує хвильовий процес в гідропружній системі. У подальшому одержане рівняння розв'язувалося чисельно.

Проведені розрахунки показали, що в результаті дії великих попередніх деформацій в пружно-рідинному хвилеводі може виникнути явище поверхневої нестійкості, що призводить до припинення процесу поширення хвиль і перенесення хвильової енергії. Також встановлено, що наявність півпростору ідеальної стисливої рідини призводить до зниження порогу поверхневої нестійкості хвилеводу і виникнення її раніше при меншому стисненні пружного тіла.

1. Гузь А.Н. Введение в динамику сжимаемой вязкой жидкости. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing RU, 2017. 244 с.

2. Гузь А. Упругие волны в телах с начальными (остаточными) напряжениями: в двух частях. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016.

ЧИСЛОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕРМОЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ ПОВЕДІНКИ ПРОСТОРОВИХ В'ЯЗКОПРУЖНИХ ТІЛ ОБЕРТАННЯ З П'ЕЗОЕЛЕКТРИЧНИМИ ВКЛЮЧЕННЯМИ ПРИ ВИМУШЕНИХ КОЛИВАННЯХ

В.Г.Карнаухов, В.І.Козлов, Л.П.Зінчук, Ю.І.Лелюх

Інститут механіки ім. С.П.Тимошенка НАН України

Останнім часом у різноманітних технічних пристроях знаходять широке використання конструктивні елементи з в'язкопружних п'єзоелектричних матеріалів. Досить часто вони представлені у вигляді просторових тіл обертання, які працюють при несиметричному термоелектромеханічному навантаженні. Тому актуальними є дослідження динамічної поведінки таких елементів з урахуванням зв'язаності фізико-механічних полів, оцінка їх просторового напружено-деформованого стану, особливо при критичних режимах роботи, таких як резонансні коливання.

Для розв'язання нелінійних крайових задач про коливання та дисипативний розігрів просторових тіл обертання із в'язкопружних п'єзоелектричних матеріалів при дії на них гармонічних у часі механічних та електричних навантажень використано ітераційний метод покрокового інтегрування по часу, що зводить вихідну нелінійну задачу до послідовності лінійних задач електромеханіки з комплексними електромеханічними характеристиками, які залежать від температури, та лінійних задач теплопровідності з відомим джерелом тепла [1]. У роботі представлено чисельну методику розв'язання зазначених задач, яка ґрунтується на методі скінченних елементів у варіаційній постановці. Запропоновано ізопараметричні просторові двадцятичотирихвузлові елементи з квадратичною апроксимацією компонент вектора переміщень і електричного потенціалу в елементі по координатам r і z . Основною їх особливістю є апроксимація невідомих функцій в окружному напрямку тригонометричним поліномами. При тестуванні розроблених програм для лінійних

задач електромеханіки було проведено порівняння отриманих результатів з аналітичними розв'язками, що побудовані з використанням теорій оболонки Кірхгофа-Лява та С.П.Тимошенка, яке засвідчило високу точність запропонованого підходу у просторовій постановці при розв'язуванні задач для тонкостінних елементів конструкцій.

Представлено результати чисельного моделювання термоелектромеханічної поведінки тришарової електров'язкопружної циліндричної панелі у випадках жорсткого закріплення торців та шарнірного обпирання при механічному та електричному збуренні коливань. Детально досліджено амплітудно-частотні та температурно-частотні характеристики поблизу основного резонансу при різних геометричних параметрах панелі. Використовуючи критерій оцінки довговічності за допустимими значеннями максимальної температури розігріву дано оцінку довговічності панелі при екстремальних умовах експлуатації, коли настає втрата працездатності через температурну деградацію п'єзоелектричного матеріалу. Досліджено залежність часу працездатності елемента від величини механічного та електричного навантажень, а також від умов теплообміну з навколишнім середовищем.

1. Карнаухов В.Г., Михайленко В.В. Нелинейные одночастотные колебания и диссипативный разогрев неупругих пьезоэлектрических тел. – Житомир: ЖГТУ, 2005. – 428с.

ПРО ВРАХУВАННЯ РЕАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОМПОЗИТІВ В РОЗРАХУНКАХ КОНЦЕНТРАЦІЇ НАПРУЖЕНЬ В ТОНКОСТІННИХ ЕЛЕМЕНТАХ РАКЕТНО-КОСМІЧНОЇ ТЕХНІКИ

В.А. Максимюк, Є.А. Сторожук, І.С. Чернищенко

Інститут механіки ім. С.П.Тимошенка НАН України

Композитні матеріали (КМ) широко використовуються для зменшення ваги та збільшення міцності й жорсткості елементів ракетно-космічної техніки [1]. Перспективними є багатовимірно армовані полімерні композиційні матеріали (ПКМ) [2], які виготовляються методами ткацтва (weaving), плетіння (braiding), в'язання (knitting), зшивання (stitching). Такі високопродуктивні методи дозволяють із застосуванням трьох і більше ниток одержувати багатовимірні тонкостінні структури. Просторові зв'язки між нитками утворюються за рахунок їх переплетення. Метод зшивання запобігає міжшаровому розшаруванню КМ. Його застосовують у місцях концентрації напружень, у тому числі біля отворів.

ПКМ на основі епоксидної смоли можуть проявляти нелінійно-пружні властивості. Нелінійність може суттєво вплинути на напружено-деформований стан (НДС) у зонах концентрації напружень біля отворів. Нелінійність ПКМ обумовлена властивостями компонентів і способами виготовлення. Крім того, просторово армованим КМ притаманна «не мала» зсувна жорсткість. Тобто вона не настільки велика, щоб можна було коректно застосувати гіпотези Кіргофа-Лява і не достатньо мала, щоб використати зсувну модель в класичному варіанті внаслідок втрати точності через так зване явище зсувного замикання (locking) [3].

Різноманіття компонентів і методів виготовлення ПКМ наводить на думку, що, очевидно, буде проблематично створити універсальну теорію нелінійного деформування анізотропних КМ на основі структурного підходу. Щодо механіки елементів конструкцій вбачається доцільнішим та й простішим використовувати феноменологічний підхід [4], який дозволяє досить просто моделювати деформування конструкцій у цілому з достатньою достовірністю. Тим більше, що нелінійність КМ може бути обумовлена не тільки нелінійністю компонентів, але й, наприклад, зміною під навантаженням кута між армувальними компонентами КМ, що не є перешкодою у феноменологічному підході на відміну від структурного.

Для покращання збіжності чисельного методу на основі зсувної моделі доцільно використати змішаний функціонал, в якому додатково варіюється зсувна деформація. Таким чином вдосконалена методика дозволить розраховувати нелінійно-пружний НДС оболонки, виготовленої з композитів довільної зсувної жорсткості, включаючи граничний випадок гіпотез Кіргофа–Лява.

Література

1. *Потанов А.М.* Композиты: перспективы использования в ракетно-космической технике // Космична наука і технологія.– 2015. – 21, № 5. – С. 69–74.
2. *Tong L., Mouritz A.P., Bannister M.K.* 3D Fibre Reinforced Polymer Composites. – Oxford: Elsevier Science Ltd, 2002. – 247 p.
3. *Максимюк В.А., Сторожук Е.А., Чернышенко И.С.* Вариационно-разностные методы в линейных и нелинейных задачах деформирования оболочек из металлических и композитных материалов (обзор) // Прикл. механика. – 2012. – 48, №6. – С. 3–80.
4. *Механика композитов: В 12-ти т. Т.7.: Концентрация напряжений / Под. ред. А.Н. Гузя, А.С. Космодамианского и В.П. Шевченко / К.: “А.С.К”, 1998. – 387 с.*

A NONLINEAR PHENOMENOLOGICAL MODEL FOR DESCRIPTION OF THE PROPERTIES OF FORM MEMORY MATERIALS

¹Steblyanko P.O., ²Petrov O., ²Chernyakov Yu., ³Domichev K.

¹*The S.P. Timoshenko Institute of Mechanics of the NASU*

²*Dnipro National University named after Oles Honchar,*

³*Kyiv International University*

The paper proposes a new phenomenological model for describing the properties of materials with shape memory under significant deformations [1]. The model takes into account the heat released in the process of phase transitions in material points of the body. This made it possible to describe a number of experimental data on different samples at different temperatures and load conditions, to obtain the necessary constants of the proposed phenomenological model.

In the case of deformation of a thermo-pseudo-elastic-plastic material, the physical relationships of the theory of plasticity (the theory of flow with kinematic and translational strengthening) were generalized, which made it possible to apply the developed phenomenological model in solving problems of thermomechanics at the continuum level.

In order to improve the time approximation of the method to the third order, a convergent iterative procedure is proposed. The initial approximation for it will be the results calculated using the formulas of the explicit scheme of the splitting method. The effectiveness of the generalized method was investigated and the accuracy of the obtained results was assessed. A new class of problems on the non-stationary deformation of spatial bodies made of alloys that have the properties of shape memory and thermo-pseudo-elastic-plasticity is presented and solved on the basis of the proposed method.

1. P.Steblyanko, Y.Chernyakov, A.Petrov, V.Loboda, *Theoretical, Applied and Experimental Mechanics*, No8: 205 (Springer Verlag: 2019)

ЧИСЛОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЛІНІЙНОГО ДЕФОРМУВАННЯ ОБОЛОНКОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ РАКЕТ З ОТВОРАМИ

Є.А. Сторожук, В.А. Максимюк, І.С. Чернишенко

Інститут механіки ім. С.П.Тимошенка НАН України

У сучасному ракетобудуванні, як основні несучі елементи конструкцій, широко використовуються оболонки і пластини. Найчастіше тонкостінні елементи ракетної техніки виготовляють у вигляді сферичних, циліндричних та конічних оболонок (днище паливного бака, корпус (обтікач) ракети, міжступеневий і хвостовий відсіки ракети, тощо). З конструктивних або технологічних міркувань зазначені елементи часто мають вирізи-люки та отвори найрізноманітнішої форми. Порушення суцільності викликають концентрацію напружень. При підвищених рівнях навантажень, що діють, це може призвести до руйнування або появи неприпустимих деформацій. Тому дослідження концентрації напружень біля отворів та вирізів у таких елементах конструкцій з урахуванням нелінійних факторів має особливо важливе значення.

В даній роботі для дослідження концентрації напружень в оболонкових елементах ракет з врахуванням фізичної і геометричної нелінійностей розроблена чисельна методика. Запропонована методика базується на використанні процедури покрокового навантаження, модифікованого методу Ньютона–Канторовича, методу початкових напружень і методу скінченних елементів (МСЕ).

Основні нелінійні рівняння представлені з використанням співвідношень класичної (Кірхгофа–Лява) і уточненої (Тимошенка) моделей оболонок. Геометричні співвідношення записані у векторній формі на основі геометрично нелінійної теорії непологих оболонок у квадратичному наближенні, а фізичні – на базі теорії течії з ізотропним зміцненням для металів і деформаційної теорії пластичності анізотропних середовищ для композитних матеріалів.

Система розв’язувальних рівнянь отримана з принципу можливих переміщень за допомогою модифікованого МСЕ. Запропонований варіант МСЕ має ряд особливостей, основними з яких є.

1. З метою якнайточнішого представлення переміщень скінченного елемента (СЕ) як жорсткого цілого використовується векторна форма запису для компонентів деформації.

2. Для виконання умов неперервності на сторонах СЕ кути повороту в моделі Кірхгофа–Лява не обчислюються за формулами, як це прийнято в традиційному МСЕ для цієї моделі, а апроксимуються бікватричними поліномами серендипового типу з реалізацією геометричної частини гіпотез Кірхгофа–Лява у вузлах СЕ.

3. З метою уникнення наслідків негативних явищ мембранного та зсувного замикання при обчисленні компонентів тангенціальної і поперечної зсувної деформації застосовується технологія подвійної апроксимації з використанням значень цих деформацій у точках надзбіжності (найвищої точності).

В побудованому таким чином СЕ виконуються умови неперервності для переміщень і кутів повороту, точно описується поступальна частина переміщення СЕ як жорсткого цілого і немає явищ мембранного та зсувного замикання, що значно підвищує ефективність запропонованого СЕ при розрахунках оболонок з отворами.

За допомогою розробленої чисельної методики та створеного програмного забезпечення досліджено вплив скінченних прогинів і пластичних деформацій, геометричних і фізико-механічних параметрів на концентрацію напружень у сферичних, циліндричних і конічних елементах конструкцій ракетно-космічної техніки, ослаблених круговими та прямокутними отворами.

РАЦІОНАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ БАГАТОШАРОВИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ПАНЕЛЕЙ ІЗ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ З НАНОАРМУВАННЯМ

В. А.Кобильнік, О. В.Ярещенко, С. В.Угрімов

Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України

Для дослідження поведінки тонкостінних елементів конструкцій зазвичай використовуються різні двовимірні моделі, які засновані на спрощеному описанні процесу деформування по товщині оболонки. Оскільки механічні властивості нанокompозитів змінюються вздовж товщини, це потребує застосування для їх аналізу не класичних моделей оболонок, а також проведення додаткового дослідження можливостей використання для нанокompозитів двовимірних моделей. Найбільш просто границі застосування двовимірних теорій можна визначити шляхом порівняння результатів розрахунку з аналогічними даними, отриманими на основі тривимірної теорії пружності.

Розглянуто процес деформування одно- та багатошарових циліндричних панелей, що знаходяться під дією зовнішніх силових навантажень як статичних, так і динамічних. Кожний шар панелі виготовлено з композитного матеріалу із нанокompозитом. Для визначення механічних параметрів композита використовується правило сумішей. У рамках тривимірної лінійної теорії пружності розроблено аналітико-чисельний метод дослідження напружено-деформованого стану (НДС) та коливань багатошарової панелі. Вихідна тривимірна динамічна задача зводиться до інтегрування системи звичайних диференціальних рівнянь другого порядку. Для цього застосовується розв'язання шуканих переміщень у ряди Фур'є по круговій і осьовій координатах та заміна похідних по радіальній координаті кінцево-різницевиими виразами. Отримані рівняння другого порядку заміною змінних зводяться до системи рівнянь першого порядку, для розв'язання якої застосовується покроковий метод інтегрування на основі методу розв'язання у ряд Тейлора. Для перевірки ефективності підходу розв'язано ряд тестових задач. Достовірність отриманих результатів доведена шляхом їх порівняння із даними, отриманими іншими дослідниками (J. G. Ren, L. W. Zhang, A. Frikha, F. Dammak, Z. X. Leibe, K. M. Liewbd, J. L. Yuc та інш.) на основі уточнених двовимірних та тривимірних моделей. Проведені тестові розрахунки НДС циліндричної панелі із графіто-епоксидного композита при статичному синусоїдальному навантаженні, розподіленому по всій зовнішній поверхні пластини.

Результати розрахунків порівнювалися з аналітичними розв'язками, отриманими J. G. Ren на основі теорії пружності та класичної теорії оболонок. Результати, отримані за тривимірними моделями практично співпадають як для товстих, так і для тонких панелей. При цьому класична теорія оболонок може бути застосована тільки для тонких панелей.

Проведено дослідження НДС панелі з метилметакрилата (PMMA) в залежності від різного відсотку насичення та типу його армування вуглецевими одношаровими нанотрубками (10, 10) SWCNT із довжиною 9,26 нм і товщиною стінки 0,067 нм при дії рівномірного навантаження, що прикладено по нормалі до зовнішньої поверхні. Розглянуто п'ять найбільш поширених типів армування: UD, FG-X, FG-V, FG-L, FG-O. Показано, що найбільше ефективним типом армування є FG-X, а найменше – FG-O, прогини панелей з такими типами армування відрізняються більш, ніж у два рази.

Запропонований метод має практичне значення і може бути корисним для оцінки границь застосовності двовимірних моделей композитів із наноармуванням.

ПРО ОДНУ МОДЕЛЬ ЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ ДЛЯ ПІВПРОСТОРУ З ПОЧАТКОВИМИ НАПРУЖЕННЯМИ. МЕТОД КОМПЛЕКСНИХ ПОТЕНЦІАЛІВ

Ю. П. Глухов

Інститут механіки імені С.П. Тимошенка Національної академії наук України

Дане дослідження спрямовано на вивчення хвильових процесів в шаруватих пружних тілах при врахуванні ряду ускладнюючих факторів: різних моделей шаруватого покриття, початкових напружень, різних швидкостей руху поверхневого навантаження. Розв'язок вказаних задач передбачає встановлення закономірностей впливу початкових напружень, швидкості руху навантаження, геометричних та механічних характеристик покриття на напружено-деформований стан пружної основи. Актуальність результатів дослідження пов'язана з можливістю їх використання в техніці та будівництві.

В роботі з використанням комплексних потенціалів [1, 2] в загальній формі для стисливих і нестисливих пружних тіл дана постановка і приведений розв'язок двовимірної задачі про дію рухомого навантаження на вільну поверхню попередньо напруженого півпростору з неоднорідністю у вигляді тонкого поверхневого шару. Зауважимо, що при відсутності шару точний розв'язок задачі для півпростору з початковими напруженнями з використанням комплексних потенціалів був отриманий в роботі [3].

Використовуючи граничні умови і вирази для переміщень і напружень через комплексні потенціали, отримуємо систему диференціальних рівнянь для визначення аналітичних функцій, які входять в представлення розв'язків.

Для розв'язку задачі застосовується метод Мусхелішвілі, оснований на інтегралах типу Коші для півплощини. При цьому задача зводиться до розв'язку двох звичайних неоднорідних лінійних диференціальних рівнянь з постійними коефіцієнтами відносно невідомих аналітичних функцій. Порядок рівнянь залежить від умов контакту між захисним покриттям і основою.

Аналітичні результати приведені в загальному вигляді для стисливого та нестисливого матеріалів з довільним пружним потенціалом, для випадків нерівних і рівних коренів характеристичних рівнянь, для різних умов сполучення елементів шаруватого серед

овища і для будь-якої швидкості руху навантаження (дозвукової, трансзвукової і над звукової).

Застосовуючи метод комплексних потенціалів, отримуємо результати аналогічні тим, які були отримані методом інтегральних перетворень Фур'є.

1. Бабич С.Ю., Гузь А.Н. Комплексные потенциалы плоской динамической задачи для сжимаемых упругих тел с начальными напряжениями // Прикл. механика. - 1981. – 17, № 7. - С. 75-83.
2. Бабич С.Ю., Гузь А.Н. Комплексные потенциалы плоской динамической задачи для сжимаемых упругих тел с начальными напряжениями // Прикл. механика. - 1981. – 17, № 7. - С. 75-83.
3. Гузь А.Н. Механика хрупкого разрушения материалов с начальными напряжениями. - Киев: Наук. думка, 1983. - 296 с.

МЕТОД ІНТЕГРАЛЬНИХ РІВНЯНЬ В ЗАДАЧАХ КОЛИВАНЬ ОБОЛОНКОВИХ СИСТЕМ З РІДИНОЮ

М.Л. Мироненко

*Харківський національний університет міського господарства ім. О.М.
Бекетова*

Коливання рідини у оболонках обертання можуть мати руйнівні наслідки та спричинити втрату стійкості. Прикладом таких явищ є коливання корпусу ракети та рідини та рідини в паливних баках в результаті пульсацій двигуна, який працює під час польоту на активній ділянці. Політ відбувається під дією зовнішніх факторів, таких як зміни температурних характеристик навколишнього середовища та щільності шарів атмосфери, вітрові збурення, дія сили тяжіння, опір повітряного середовища на поверхню корпусу тощо. Також на активній ділянці польоту на ракету діють значні нерівномірні поздовжні перевантаження величиною до кількох g , викликані прискоренням ракети та вигоранням палива. Дослідження повздовжніх коливань та їх вплив на стійкість оболонкових систем з рідиною виконується методами математичного моделювання, так як натурні випробування є матеріально затратними, а проведення в наземних умовах мають труднощі.

У даній роботі застосовуються методи досліджень коливань рідини в оболонкових системах, що основані на методах інтегральних рівнянь. Використано результати, отримані у роботі [1], де розглядалась пружна оболонка обертання, частково заповнена рідиною, для якої виконано моделювання руху рідини та розроблено математичну модель у лінійній теорії. Розглянуті у [1] задачі зводяться до систем одновимірних сингулярних рівнянь.

Визначаємо потенціал, як суму потенціалів простого та подвійного шарів з використанням другої формули Гріна. Виконується перетворення ядер, в результаті отримуємо систему одновимірних інтегральних рівнянь для визначення невідомих функцій в задачі коливань рідини в жорсткій оболонці обертання. Одновимірні інтеграли обчислюються по радіусу вільної поверхні та меридіану оболонки.

Для цієї системи аналіз особливостей в ядрах показав, що деякі ядра містять логарифмічну особливість. Числовий розв'язок реалізовано з використанням методу граничних елементів з постійною апроксимацією густини на елементі. Елементом вважаємо ділянки твірної. Маємо як не особливі елементи, так і особливі, для яких

застосовуються квадратурні формули Гауса. Гармонічні коливання нев'язкої стислової рідини в жорсткій оболонці описуються хвильовим рівнянням в акустичному наближенні. Аналогічний вигляд мають рівняння для в'язкої рідини, але з використанням комплексного хвильового числа λ .

Список використаних джерел

1. Мироненко М. Метод інтегральних рівнянь в задачах дослідження коливань оболонок, частково заповнених рідиною // *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, серія «Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління»*. 2021. (50). С. 72-84. URL: <https://periodicals.karazin.ua/mia/article/view/17805>.

ЗВ'ЯЗАНІ КОНТАКТНІ ЗАДАЧІ

В.І.Кузьменко, С.О.Плащенко

Дніпровський національний університет ім. Олеса Гончара

Розглядається клас контактних задач про зворотній вплив процесу деформування тіла на зовнішнє навантаження. Такі задачі виникають при вивченні дії високих штампів на деформівні тіла у гравітаційному полі, при дослідженні тиску резервуарів у процесі заповнення рідиною, а також при вивченні впливу підйому вантажів на повороти масивних споруд. Неконсервативні зв'язані контактні задачі формулюються при дослідженні осідань та поворотів резервуарів унаслідок дії «відстежувальної» реактивної сили у разі витікання з великою швидкістю рідини або газу. Особливий клас складають задачі про тиск соленоїдів на пружний півпростір унаслідок силової взаємодії струму у провіднику соленоїда та зовнішнього магнітного поля.

Такі зв'язані задачі виявляються нелінійними навіть у разі дії штампів на лінійно-пружні середовища за фіксованої області контакту. Запропоноване єдину форму постановки задач такого класу у вигляді операторного рівняння. Введено прямий оператор, за допомогою якого заданому навантаженню ставиться у відповідність осідання та повороти штампа, та обернений оператор, який зміні руху штампа ставить у відповідність зміну зовнішнього навантаження. Запропоновано ітераційний процес розв'язання операторного рівняння, встановлено достатні умови збіжності та надано їх змістовне тлумачення..

Отримано аналітичні розв'язки операторного рівняння для низки задач та встановлено критичні значення параметрів навантаження, за яких система «пружне тіло-штамп» втрачає глобальну рівновагу. Зокрема, знайдено критичну висоту центру мас масивних споруд циліндричної форми на лінійно-пружній основі у залежності від механічних характеристик матеріалу основи. Вивчення дії кругового штампа за його поступально-обертального руху з урахуванням сили тертя показало необхідність взаємозв'язку осьової сили та крутного моменту. Показано, що існує критичне значення коефіцієнта тертя, після якого проковзування штампа відносно півпростору неможливе; знайдено умови, за яких штамп почне обертатися з прискоренням. Встановлено ефект зміни напрямку горизонтального переміщення кругового штампа у процесі монотонного зростання нецентральної «відстежувальної» сили, що зберігає напрямок відносно штампа. Досліджено вплив модуля та напрямку вектора магнітної індукції зовнішнього магнітного поля на осідання та повороти кругового соленоїда зі струмом; встановлено значення критичної комбінації параметрів, за якої починається відрив соленоїда від поверхні півпростору. Встановлено максимальну висоту підйому вантажу уздовж поверхні циліндричного штампа без порушення контакту.

МОНІТОРІНГ СТАНУ ПЛАСТИЧНОЇ ТЕЧІЇ

М.М.Тормахов

Інститут механіки ім. С.П.Тимошенка НАНУ

В більшості конструкцій будівель, машин та механізмів залишкова зміна розмірів їх елементів в стані течії не припустима, що викликає необхідність моніторингу цього стану. Відомий спосіб моніторингу стану течії в елементі конструкції при простому навантаженні з використанням діаграми напруження-деформація. Стан течії згідно цього способу фіксується тоді, коли досягається площадка течії або залишкові деформації стають рівними 0,2 %. Стан течії можна фіксувати також по зміні коефіцієнту поперечної деформації, який в стані пружності є постійною величиною, а при досягненні границі пластичності починає змінюватись. Ці способи не завжди є технічно можливими, бо потребують вимірювання напружень і деформацій та аналізу отриманих даних.

Стан течії елемента тіла визначають також через співставлення величин напружень чи деформацій з їх граничними величинами. Але границя пластичності по напруженням та деформаціям залежить ще від швидкості деформування, температури, термообробки, технології виготовлення, виду напруженого стану та інших факторів, які складно врахувати [1].

Наведене вище свідчить про необхідність пошуку нових ефективних способів моніторингу стану течії.

При пропорційному навантаженні матеріальні волокна елемента тіла в залежності від своєї орієнтації відносно головних напрямів навантаження, можуть знаходитися в стані розтягу, стиску або взагалі не змінювати своєї довжини. Напрямок матеріальних волокон, які не змінюють своєї довжини є нейтральним і лінією поділу між волокнами, що стискаються та розтягуються. В межах пружності він не змінює своєї орієнтації, а за її межею відбувається його поворот відносно матеріальних волокон. Отже, окремі матеріальні волокна, нахил яких близький до нейтрального напрямку, можуть при пропорційному навантаженні змінювати знак свого деформування і свідчити таким чином про досягнення елементом тіла стану течії.

Розглянемо можливість моніторингу стану течії при одновісному розтязі та стиску. Нейтральний напрям для цих видів напруженого стану орієнтовано під кутом $\alpha_n = \arctg(1/\nu^{0.5})$ відносно вектору навантаження, де ν - коефіцієнт поперечної деформації. За межею пружності відбувається зміна ν , поворот нейтрального напрямку і зміна знаку деформації матеріальних волокон, що може бути апаратно зафіксовано.

Запропонований спосіб моніторингу стану течії було перевірено теоретично та експериментально. Теоретична перевірка була проведена на основі даних про осьову і поперечну деформацію, що отримані в експерименті на одновісний розтяг зразків. Згідно розрахункам матеріальні волокна, які розташовані під кутами меншими на $3...6^\circ$ від кута нахилу нейтральної лінії, спочатку знаходились в стані розтягу, а потім стискались. Вимірювання за допомогою тензорезисторів деформацій зразків з алюмінієвого сплаву, сталей 30ХГСА та Х18Н10Т в експериментах на розтяг і стиск підтвердила теоретичні припущення.

Запропонований спосіб дозволяє простіше проводити моніторинг стану течії, бо потребує не вимірювання деформації, а тільки фіксації зміни її знаку.

1. Тормахов Н.Н. Зависимость предела текучести титанового сплава BT14 от параметров вида напряженного состояния // *Mechanics and Advanced Technologies*, 2019, No. 3, (84). – P. 91 – 97.

**МЕТОД ПОКОМПОНЕНТНОГО РОЗЩЕПЛЕННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ
НЕСТАЦІОНАРНОГО ТЕРМОПРУЖНОПЛАСТИЧНОГО СТАНУ ПЛАСТИН І
ОБОЛОНОК**

Стеблянко П.О.

Інститут механіки ім. С.П.Тимошенка НАНУ

Об'єктом дослідження є метод наближеного обчислення температурного та напружено-деформованого стану просторових тіл неканонічної форми, пластин та оболонок. Мета роботи - створення нового варіанту методу підвищеної точності визначення нестационарного напружено-деформованого стану тонкостінних неоднорідних елементів конструкцій при неізотермічному навантаженні. Метод досліджень - метод покомпонентного розщеплення з використанням для апроксимації диференціальних операторів та інтерполяції рішення між вузлами кубічних сплайн-функцій та напружених сплайн-функцій.

В загальному випадку повну систему рівнянь для дослідження поведінки оболонки можна записати в векторному вигляді

$$\frac{\partial \vec{W}}{\partial t} = A \frac{\partial \vec{W}}{\partial x} + B \frac{\partial \vec{W}}{\partial y} + \vec{C}, \quad (1)$$

де через \vec{W} позначено вектор, в склад якого входять усі невідомі величини $W_1 = V_1, W_2 = V_2, W_3 = V_3, W_4 = Q_1, W_5 = Q_2, W_6 = T_1, W_7 = T_2, W_8 = S, W_9 = M_1, W_{10} = M_2, W_{11} = H, W_{12} = \varepsilon_1, W_{13} = \varepsilon_2, W_{14} = \gamma_1, W_{15} = \gamma_2, W_{16} = \omega_1, W_{17} = \omega_2, W_{18} = \chi_1, W_{19} = \chi_2, W_{20} = \tau.$

В склад вектора \vec{C} входять праві частини з відповідних рівнянь включно з допоміжними величинами $\dot{M}_1, \dot{M}_2, \dot{H}, \dot{\varepsilon}_1, \dot{\varepsilon}_2, \dot{\omega}_1, \dot{\omega}_2, \dot{\gamma}_1, \dot{\gamma}_2, \dot{\chi}_1, \dot{\chi}_2, \dot{\tau}$ і їх похідними по координатах

$$\begin{aligned} C_1 &= \frac{1}{A} \frac{\partial A}{\partial y} (S_1^* + S_2^*) + \frac{1}{B} \frac{\partial B}{\partial x} (T_1^* - T_2^*) - k_1 Q_1^* + q_1, \\ C_2 &= \frac{1}{B} \frac{\partial B}{\partial x} (S_1^* + S_2^*) + \frac{1}{A} \frac{\partial A}{\partial y} (T_2^* - T_1^*) - k_2 Q_2^* + q_2, \\ C_3 &= \frac{1}{B} \frac{\partial B}{\partial x} Q_1^* + \frac{1}{A} \frac{\partial A}{\partial y} Q_2^* + k_1 T_1^* + k_2 T_2^* + q^*, \\ C_4 &= \frac{\partial \dot{M}_1}{\partial x} + \frac{\partial \dot{H}}{\partial y} + (\dot{M}_1 - \dot{M}_2) \frac{1}{B} \frac{\partial B}{\partial x} + 2\dot{H} \frac{1}{A} \frac{\partial A}{\partial y}, \\ C_5 &= \frac{\partial \dot{H}}{\partial x} + \frac{\partial \dot{M}_2}{\partial y} + (\dot{M}_2 - \dot{M}_1) \frac{1}{A} \frac{\partial A}{\partial y} + 2\dot{H} \frac{1}{B} \frac{\partial B}{\partial x}, \\ C_6 &= K_1 \left\{ [(1 + \varepsilon_1) \dot{\varepsilon}_1 + \gamma_1 \cdot \dot{\gamma}_1 + \omega_1 \dot{\omega}_1 + \nu \cdot ((1 + \varepsilon_2) \dot{\varepsilon}_2 + \gamma_2 \cdot \dot{\gamma}_2 + \omega_2 \cdot \dot{\omega}_2)] - \right. \\ &\quad \left. - (1 + \nu) \cdot \alpha_T \cdot \left[\dot{T}(0) + \frac{h^2}{24} \cdot \dot{T}''(0) \right] \right\} + \tilde{b}_{11} h, \\ C_7 &= K_1 \left\{ [\nu \cdot ((1 + \varepsilon_1) \dot{\varepsilon}_1 + \gamma_1 \cdot \dot{\gamma}_1 + \omega_1 \cdot \dot{\omega}_1) + (1 + \varepsilon_2) \dot{\varepsilon}_2 + \gamma_2 \cdot \dot{\gamma}_2 + \omega_2 \cdot \dot{\omega}_2] - \right. \\ &\quad \left. - (1 + \nu) \cdot \alpha_T \cdot \left[\dot{T}(0) + \frac{h^2}{24} \cdot \dot{T}''(0) \right] \right\} + \tilde{b}_{22} h, \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned}
C_8 &= K_1 \left\{ [v \cdot ((1 + \varepsilon_1) \dot{\varepsilon}_1 + \gamma_1 \cdot \dot{\gamma}_1 + \omega_1 \cdot \dot{\omega}_1) + (1 + \varepsilon_2) \dot{\varepsilon}_2 + \gamma_2 \cdot \dot{\gamma}_2 + \omega_2 \cdot \dot{\omega}_2] - \right. \\
&\quad \left. - (1 + \nu) \cdot \alpha_T \cdot \left[\dot{T}(0) + \frac{h^2}{24} \cdot \dot{T}''(0) \right] \right\} + \tilde{b}_{22} h, \\
C_9 &= -D \cdot \{ \dot{\chi}_1 + \nu \cdot \dot{\chi}_2 \} + (1 + \nu) \cdot \alpha_T \cdot \dot{T}'(0), \quad C_{10} = -D \cdot \{ v \cdot \dot{\chi}_1 + \dot{\chi}_2 \} + (1 + \nu) \cdot \alpha_T \cdot \dot{T}'(0), \\
C_{11} &= -D \cdot (1 - \nu) \cdot \dot{t}, \quad C_{12} = \frac{1}{A} \cdot \frac{\partial A}{\partial y} \cdot V_2 - k_1 \cdot V_3, \quad C_{13} = \frac{1}{B} \cdot \frac{\partial B}{\partial x} \cdot V_1 - k_2 \cdot V_3, \\
C_{14} &= -\frac{V_1}{A} \cdot \frac{\partial A}{\partial y}, \quad C_{15} = -\frac{V_2}{B} \cdot \frac{\partial B}{\partial x}, \quad C_{16} = -k_1 \cdot V_1, \quad C_{17} = -k_2 \cdot V_2, \\
C_{18} &= -\frac{\partial \dot{\omega}_1}{\partial x} - \frac{1}{A} \cdot \frac{\partial A}{\partial y} \cdot \dot{\omega}_2, \quad C_{19} = -\frac{\partial \dot{\omega}_2}{\partial y} - \frac{1}{B} \cdot \frac{\partial B}{\partial x} \cdot \dot{\omega}_1, \\
C_{20} &= -\frac{\partial \dot{\omega}_1}{\partial y} + \frac{1}{B} \cdot \frac{\partial B}{\partial x} \cdot \dot{\omega}_2 + k_2 \cdot \dot{\gamma}_1 = -\frac{\partial \dot{\omega}_2}{\partial x} + \frac{1}{A} \cdot \frac{\partial A}{\partial y} \cdot \dot{\omega}_1 + k_1 \cdot \dot{\gamma}_2,
\end{aligned}$$

а матриці A , B (20x20) складені з коефіцієнтів при перших похідних від \vec{W} по координатах x і y відповідно. Ненульові елементи матриці A мають вигляд

$$\begin{aligned}
A_{1,4} &= \omega_1, \quad A_{1,6} = 1 + \varepsilon_2, \quad A_{1,8} = \gamma_2, \quad A_{1,13} = T_1, \quad A_{1,15} = S, \quad A_{1,16} = Q_1, \\
A_{2,4} &= \omega_2, \quad A_{2,6} = \gamma_1, \quad A_{2,8} = 1 + \varepsilon_2, \quad A_{2,13} = S, \quad A_{2,14} = T_1, \quad A_{2,17} = Q_1, \\
A_{3,4} &= 1 + \varepsilon_2, \quad A_{3,6} = -\omega_1, \quad A_{3,8} = -\omega_2, \quad A_{3,13} = Q_1, \quad A_{3,16} = -T_1, \quad A_{3,17} = -S, \\
A_{12,1} &= 1, \quad A_{14,2} = 1, \quad A_{16,3} = -1,
\end{aligned} \tag{3}$$

а ненульові елементи матриці B будуть такі

$$\begin{aligned}
B_{1,5} &= \omega_1, \quad B_{1,7} = \gamma_2, \quad B_{1,8} = 1 + \varepsilon_1, \quad B_{1,12} = S, \quad B_{1,15} = T_2, \quad B_{1,16} = Q_2, \\
B_{2,5} &= \omega_2, \quad B_{2,7} = 1 + \varepsilon_1, \quad B_{2,8} = \gamma_1, \quad B_{2,12} = T_2, \quad B_{2,14} = S, \quad B_{2,17} = Q_2, \\
B_{3,5} &= 1 + \varepsilon_1, \quad B_{3,7} = -\omega_2, \quad B_{3,8} = -\omega_1, \quad B_{3,12} = Q_2, \quad B_{3,16} = -S, \quad B_{3,17} = -T_2, \\
B_{13,2} &= 1, \quad B_{15,1} = 1, \quad B_{17,3} = -1.
\end{aligned} \tag{4}$$

Застосуємо до векторного рівняння (1) метод покомпонентного розщеплення. Введемо до розгляду сітку за часом ω_t з урахуванням дробового кроку.

$$\omega_t = \{ t_p; t_{p+1/2} = t_p + \tau_1; t_{p+1} = t_{p+1/2} + \tau_2; \tilde{\tau} = \tau_1 + \tau_2; t_0 = 0; p = 0, 1, 2, \dots \} \tag{5}$$

Ідея методу покомпонентного розщеплення полягає в тому, що замість векторного рівняння (1) на повному кроці інтегрування за часом τ послідовно вирішуються два еквівалентні йому одновимірні векторні рівняння, кожне на своєму дробовому кроці за часом. Ці рівняння мають вигляд

$$\frac{\partial \vec{W}}{\partial t} = A \frac{\partial \vec{W}}{\partial x} + \phi_1 \vec{C}, \quad t \in [t_p, t_{p+1/2}], \quad \frac{\partial \vec{W}}{\partial t} = B \frac{\partial \vec{W}}{\partial y} + \phi_2 \vec{C}, \quad t \in [t_{p+1/2}, t_{p+1}], \tag{6}$$

де $\phi_1 + \phi_2 = 1$. Система рівнянь доповнюється відомим чином граничними умовами. Для усіх величин \vec{W} задаються початкові умови в момент часу $t=0$.

Температурне поле оболонки розраховувалось окремо на основі розв'язку нестационарного рівняння теплопровідності разом з заданими граничними умовами.

Неявна різницева схема для розщепленої системи (6) може бути записана так

$$\begin{aligned}\frac{1}{\tau}(\bar{W}^{p+1/2} - \bar{W}^p) &= \alpha\Lambda_1\bar{W}^{p+1/2} + \beta\Lambda_1\bar{W}^p + \phi_1\bar{C}^p, \\ \frac{1}{\tau}(\bar{W}^{p+1} - \bar{W}^{p+1/2}) &= \alpha\Lambda_2\bar{W}^{p+1} + \beta\Lambda_2\bar{W}^{p+1/2} + \phi_2\bar{C}^{p+1/2},\end{aligned}\quad (7)$$

де $\alpha + \beta = 1$, t_p – момент часу, в який розв’язок задачі вже відомий, t_{p+1} – момент часу, в який розв’язок розшукується, а диференціальні оператори $\Lambda_n\bar{W}$ мають вигляд

$$\Lambda_1\bar{W} = \frac{A}{h_1} \cdot \lambda_1(\bar{W}), \quad \Lambda_n\bar{W} = \frac{B}{h_2} \cdot \lambda_2(\bar{W}), \quad n = 1, 2.$$

Тут $\lambda_n(\dots)$ – різницеві оператори, $\bar{W}^{p+n/2}$, $\bar{C}^{p+n/2}$ – вектори розв’язку і правої частини для відповідного моменту часу, h_n – кроки інтегрування по координатах x і y ($n = 1, 2$).

У випадку, коли $\alpha = 0$, $\beta = 1$, схема (7) буде явною. Тоді розрахункові формули можна представити так

$$\bar{W}^{p+1/2} = \bar{W}^p + \tilde{\tau}\left[\frac{A}{h_1}\lambda_1(\bar{W}^p) + \phi_1\bar{C}^p\right], \quad \bar{W}^{p+1} = \bar{W}^{p+1/2} + \tilde{\tau}\left[\frac{B}{h_2}\lambda_2(\bar{W}^{p+1/2}) + \phi_2\bar{C}^{p+1/2}\right]. \quad (8)$$

При $\alpha = 1, \beta = 0$ вираз (7) дає неявну схему. Якщо $\alpha = \beta = 1/2$, то має місце схема Кранка–Ніколсона, яка на відміну від двох попередніх схем першого порядку має другий порядок апроксимації за часом.

Розв’язок системи (7) будемо за допомогою наступної ітераційної процедури

$$(\bar{W}^{p+1/2})_{i+1} = \bar{W}_*^{p+1/2} + \tilde{\tau}\frac{A}{h_1}\alpha\lambda_1(\bar{W}_i^{p+1/2} - \bar{W}^p), \quad (9)$$

$$(\bar{W}^{p+1})_{j+1} = \bar{W}_*^{p+1} + \tilde{\tau}\frac{B}{h_2}\alpha\lambda_2(\bar{W}_j^{p+1} - \bar{W}^{p+1/2}) \quad (10)$$

В якості нульової ітерації ($i=0, j=0$) виступає розв’язок, побудований по явній схемі методу покомпонентного розщеплення (8). Елементи матриць A і B визначаються на основі відомого розв’язку відповідно в моменти часу $t^p, t^{p+1/2}$. Тут $\bar{W}_*^{p+1/2}, \bar{W}_*^{p+1}$ розв’язки, отримані на основі явної схеми.

Розглянемо задачу про нестационарну поведінку попередньо стиснутої ($T_1 = T_{10} - \text{const}$) в напрямку осі x прямокутної в плані циліндричної панелі ($x \in [0, L_1], y \in [0, L_2], R = R_0$). В початковий момент часу задається ненульове значення для нормального переміщення в серединній поверхні ($w = w_0, t = 0, x = L_1/2, y = L_2/2$) і здійснюється нагрівання бокової поверхні по лінійному закону ($T = at, a - \text{const}, t \in [0, 40\tilde{\tau}]$) до заданого фіксованого значення ($T = T_*$). Вважаємо, що панель до прикладення збурення w_0 і нагрівання знаходиться в безмоментному стаціонарному пружному стані. Края $x=0, x=L_1$ ($y \in (0, L_2)$) затиснуті, а края $y=0, y=L_2$ ($x \in [0, L_1]$) вільні від навантаження. Деякі результати, які отримані на основі запропонованого вище підходу, наведено нижче.

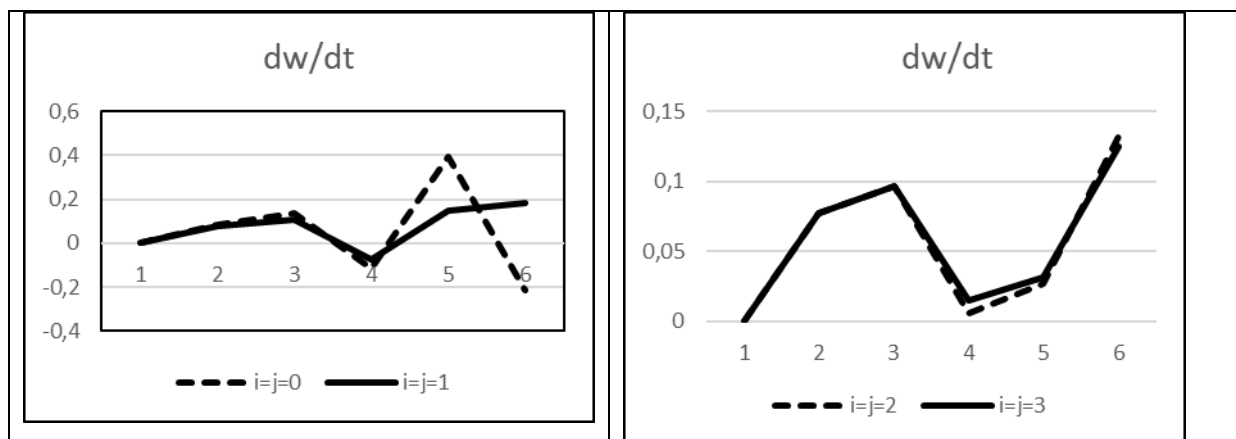


Рис.1 Аналіз збіжності результатів для величини V_3 ($x=L_1/2$, $y=L_2/2$)

На рисунку 1 показано зміни в часі швидкості нормального переміщення ($V_3=dw/dt$) в центрі циліндричної панелі. На рисунку 2 показано зміни в часі швидкості нормального переміщення ближче до затиснутого краю панелі. Тут помітно суттєве зближення результатів, отриманих по явній схемі і за допомогою запропонованої ітераційної процедури.

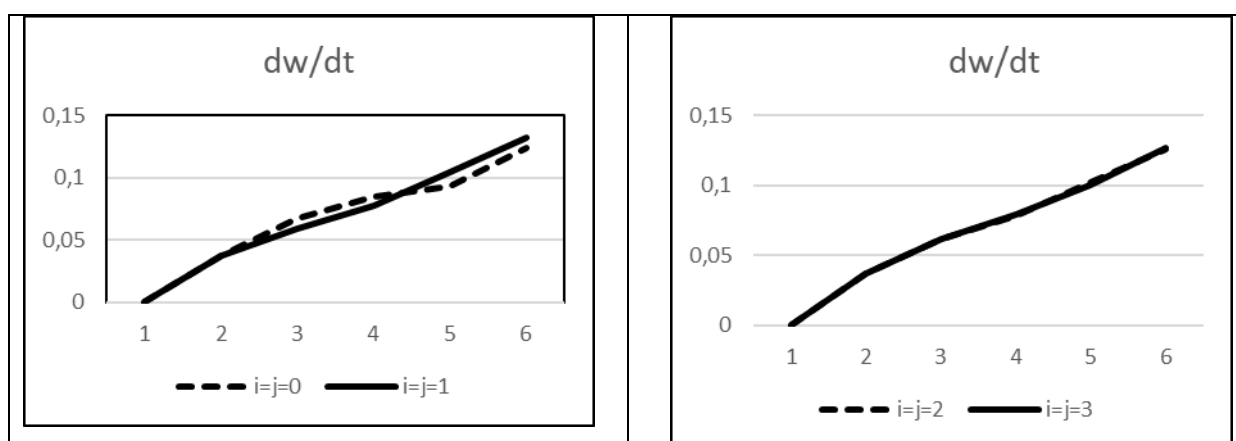


Рис.2 Аналіз збіжності результатів для величини V_3 ($x=L_1/4$, $y=L_2/2$)

Спочатку (за великої кількості кроків у часі) різницю між результатами, отриманими за явною схемою і за допомогою ітераційної процедури може відрізнятися навіть якісно, але зі збільшенням числа ітерацій помітна тенденція до їх збіжності.

Застосування апарату сплайн-функцій дає можливість записати нові більш точні різниці вирази для диференціальних операторів $\lambda_n(\dots)$, що входять в склад схеми розщеплення. Це дозволило підвищити, як мінімум на порядок, точність обчислень по координатах при розв'язанні нестационарної задачі теорії термопружнопластичності для пластин і оболонок.

**ПРО КОНЦЕНТРАЦІЮ НАПРУЖЕНЬ В ТОНКИХ ПЛАСТИНАХ
ТА ЦИЛІНДРИЧНИХ ОБОЛОНКАХ З КРУГОВИМ ОТВОРОМ,
ПІДКРІПЛЕНИМ ВКЛЮЧЕННЯМ
ІЗ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ГРАДІЄНТНОГО МАТЕРІАЛУ**

Е. Л. Гарт, Б. І. Терьохін

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Функціонально-градієнтні матеріали (ФГМ) – це інноваційні матеріали, властивості яких поступово змінюються за об’ємом. Використання ФГМ в тонкостінних конструкціях з отворами дозволяє впливати на коефіцієнт концентрації напружень (ККН) в околі отворів [2, 3].

Дана робота присвячена дослідженню напружено-деформованого стану (НДС) тонких однорідних ізотропних пластин розмірами $a \times b$ товщини h з центрально розташованим круговим отвором радіусу R та кільцевим включенням із ФГМ радіусу R_1 та тонкостінних циліндричних оболонок довжини L , діаметром d , товщини h з круговим отвором радіусу R та кільцевим ФГМ-включенням радіусу R_1 . Вважається, що включення має товщину h (знаходиться у площині пластини/оболонки), на його границі з матрицею задано умови жорсткого зчеплення. Величина R_1 варіюється. На бокові грані пластин та торці оболонок діє рівномірне одновісне розтягувальне навантаження $p = const$, що не призводить до появи пластичних деформацій.

У числових розрахунках вибрано модельний матеріал з коефіцієнтом Пуассона $\nu_0 = 0,25$ та змінним модулем пружності ФГМ-включення. Закон змінення модуля пружності ФГМ-включення має три характерні зони: 1) зона зростання (від 100 ГПа до 200 ГПа) ширини h_1 ; 2) зона незмінного (фіксованого) значення ($E=200$ ГПа) ширини h_2 ; 3) зона зменшення модуля пружності (від 200 ГПа до 100 ГПа) ширини h_3 . Модуль пружності пластини та оболонки $E_0 = 100$ ГПа.

Радіус R_1 кільцевого ФГМ-включення навколо отвору варіювався з кроком R , при цьому ширина ФГМ-включення $h_{вкл} = R_1 - R$ дорівнювала $3R, 4R, 5R$. Досліджено вплив ширини h_i ($i = \overline{1,3}$) кожної зони ФГМ-включення на ККН в пластині та оболонці з круговим отвором. Для цього проведено розрахунки для різних варіантів величини

$$h_{вкл} = \sum_{i=1}^3 h_i \text{ і виду ФГМ-включення (табл. 1).}$$

Таблиця 1 – Варіанти ФГМ-включень в залежності від ширини зон

Ширина зон ФГМ-включення/ Вид включення	h_1	h_2	h_3
ФГМ-включення 1	R	R	R
ФГМ-включення 2	$2R$	R	R
ФГМ-включення 3	R	$2R$	R
ФГМ-включення 4	R	R	$2R$
ФГМ-включення 5	$3R$	R	R
ФГМ-включення 6	R	$3R$	R
ФГМ-включення 7	R	R	$3R$

Числові результати отримані за допомогою методу скінченних елементів для: 1) квадратних пластин з такими геометричними параметрами: $h = 0,005 \text{ м}$, $a = b = 0,2 \text{ м}$, $R = a/20$, навантаження розтягування $p = 10 \text{ МПа}$; 2) циліндричних оболонок з параметрами: $L = 0,2 \text{ м}$, $d = 0,2 \text{ м}$, $h = 0,005 \text{ м}$, $R = d/10$, навантаження розтягування $p = 10 \text{ МПа}$.

Наявність кільцевого ФГМ-включення із розглянутим законом змінення модуля пружності дає змогу зменшити величину ККН у пластині на $\sim 21\%–31\%$, а максимальні деформації на $\sim 25\%–34\%$. При цьому, чим більша ширина ФГМ-включення, тим менші величини ККН і максимальних деформацій. Найбільший вплив має ширина другої (центральної) зони (h_2) ФГМ-включення: чим вона більша, тим менші величини ККН і максимальних деформацій у пластині. Також у разі фіксованої ширини включення спостерігається, що чим менша перша зона (h_1) ФГМ-включення, тим менші величини ККН і максимальних деформацій навколо отвору.

Найкращім із розглянутих варіантів з точки зору зменшення ККН для пластини виявляється ФГМ-включення 6.

Результати здійснених розрахунків для оболонки з різними ФГМ-включеннями зведено у табл. 2. Наявність кільцевого ФГМ-включення із заданим законом змінення модуля пружності призводить до зменшення величини ККН на $\sim 24\%–33\%$, а максимальних деформацій на $\sim 27\%–36\%$. Тут спостерігаються аналогічні розрахунку пластин закономірності.

Таблиця 2 – Коефіцієнт концентрації напружень та відповідні деформації в циліндричній оболонці з круговим отвором та ФГМ-включенням

Задача	ККН	$\delta_1, \%$	$\varepsilon_l^{\max} \times 10^4$	$\delta_2, \%$
ФГМ-включення 1	2,49	-23,9	1,66	-27,2
ФГМ-включення 2	2,43	-25,7	1,65	-27,6
ФГМ-включення 3	2,32	-29,1	1,55	-32,0
ФГМ-включення 4	2,41	-26,3	1,61	-29,4
ФГМ-включення 5	2,37	-27,5	1,62	-28,9
ФГМ-включення 6	2,20	-32,7	1,46	-36,0
ФГМ-включення 7	2,34	-28,4	1,56	-31,6

У розглянутих випадках величина ККН в оболонках з ФГМ-включеннями виявляється на $\sim 4\%–5\%$ більшою, ніж в пластинах з аналогічними включеннями.

Здійснено порівняння результатів розрахунків в окремих випадках для тестових задач, відомих в літературі [1].

Як приклад, на рис. 1 наведено розподіл відносних напружень σ_y/p в оболонці з ФГМ-включеннями трьох видів ($h_{\text{вкл}} = 3R; 4R; 5R$) у порівнянні з оболонкою без включень у перерізі AC . По осі абсцис відкладено нормалізовану параметричну відстань $0 \leq l_2 \leq 1$ від краю отвору по дузі $AC = (\pi d - 4R)/4$.

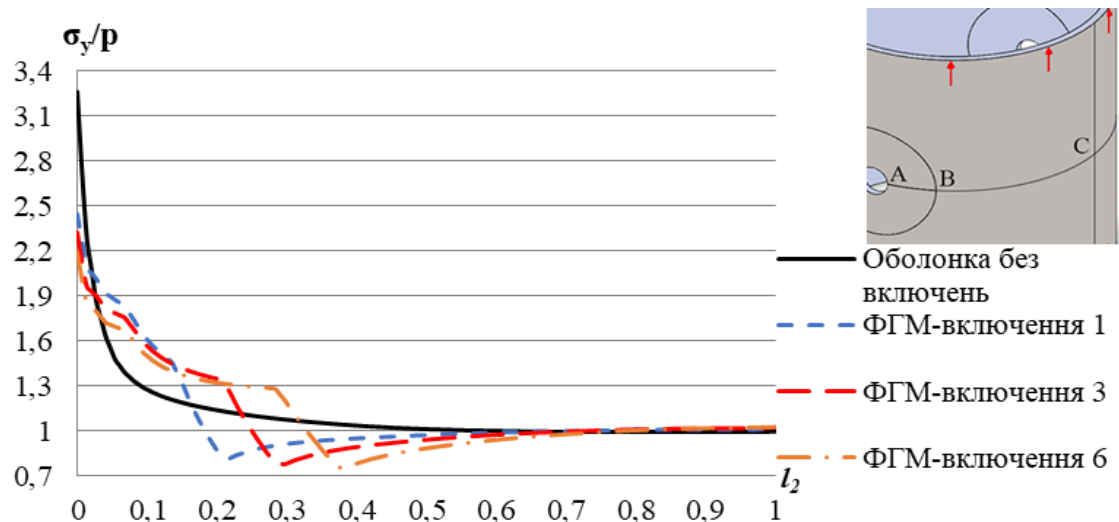


Рис. 1 – Розподіл відносних напружень σ_y/ρ в оболонці з ФГМ-включенням у перерізі AC у разі $h_{\text{вкл}} = 3R; 4R; 5R$

За використання ФГМ-включень відбувається перерозподіл відносних напружень по поверхні оболонки, аналогічний випадку для пластин: в околі отвору максимальні напруження зменшуються у порівнянні з випадком оболонки без включень, у той же час спостерігається збільшення напружень в другій (центральної) зоні (h_2) ФГМ-включення.

У результаті проведеного числового дослідження впливу розмірів ФГМ-включення та закону змінення його модуля пружності за радіальним напрямком на концентрацію параметрів НДС в околі кругового отвору тонких пластин та циліндричних оболонок встановлено, що за наявності ФГМ-включень з певними механічними властивостями можна зменшити ККН в пластині та оболонці більше ніж на 30%. При цьому також спостерігається пропорційне зменшення інтенсивності деформацій в околі отвору. Використання ФГМ-включення дає змогу впливати не тільки на величину ККН поблизу локальних концентраторів напружень, але і на характер розподілу напружень по поверхні пластини та оболонки у цілому.

Література

1. *Гузь А. Н., Чернышенко И. С., Чехов Вал. Н. и др.* Методы расчета оболочек. В 5 т. Т. 1. Теория тонких оболочек, ослабленных отверстиями. К., 1980. 636 с.
2. *Hart E. L., Terokhin B. I.* Computer simulation of the stress-strain state of the plate with circular hole and functionally graded inclusion // *Journal of Optimization, Differential Equations and their Applications*. 2021. Vol. 29, Iss. 1. P. 42–53. <https://doi.org/10.15421/142103>
3. *Yang Q Q, Gao C F, Chen W T.* Stress concentration in a finite functionally graded material plate // *Science China Physics, Mechanics and Astronomy*. 2012. Vol. 55. P. 1263–1271. <https://doi.org/10.1007/s11433-012-4774-x>

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ТОНКОСТІННИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ І КОНІЧНИХ ОБОЛОНОК З КРУГОВИМИ ОТВОРАМИ

Е. Л. Гарт, О. О. Семенча

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Тонкостінні оболонкові конструкції з отворами мають широкий спектр застосування – аерокосмічна промисловість, машинобудування, будівництво та ін. При розрахунку міцності таких конструкцій необхідно мати інформацію про їх напружено-деформований стан (НДС) [2, 3]. Особливу увагу слід приділяти величині коефіцієнта концентрації напружень (ККН) в околі локальних концентраторів і пошуку способів його зменшення [1].

У цій роботі на основі методу скінченних елементів (МСЕ) проведено комп'ютерне моделювання поведінки тонкостінних циліндричних і конічних оболонок з круговими отворами різних розмірів та здійснено порівняльний аналіз їх НДС з відомими аналітичними розв'язками для великих і малих отворів [2].

Розрахунки виконано для оболонок з такими розмірами: $H/h=148,67$; $r_1/h=55,56$; $r_2/h=73,705$; $r_0/h=4,3$ та $12,9$ – для циліндричних оболонок; $r_0/h=4,05$ та $12,15$ – для конічних оболонок (h, H – товщина і довжина оболонок відповідно; r_1, r_2 – радіуси верхньої і нижньої основ конічних оболонок відповідно; r_2 – радіус основ циліндричних оболонок; r_0 – радіус кругового отвору). Для визначеності обрано матеріал – сталь (модуль пружності $E = 210$ ГПа, коефіцієнт Пуассона $\nu=0,28$; границя текучості $\sigma_T=620,42$ МПа; границя міцності $\sigma_s=723,8$ МПа). Осьове рівномірне розтягувальне навантаження для конічних оболонок: $P_k / h = 0,1\tilde{P}_k$ МПа, $k=1, 2$; $\tilde{P}_2 = 1$; $\tilde{P}_1 = \tilde{P}_2 r_2 / r_1$; для циліндричних оболонок – $P_2 / h = 0,1\tilde{P}_2$ МПа.

Відповідно до [2] отвір вважаємо малим, якщо виконується співвідношення: $0 < \frac{r_0}{\sqrt{R_0 h}} < 1$, та немалим, якщо $\frac{r_0}{\sqrt{R_0 h}} > 1$, де R_0 – радіус кривини координатної лінії.

Отримані результати розрахунків величини ККН зведено у табл. 1.

Таблиця 1

**Порівняльна таблиця ККН для циліндричної і конічної оболонок
з малими і немалими круговими отворами**

Оболонка	$\frac{r_0}{\sqrt{R_0 h}}$	Аналітичне значення ККН [2]	Числове значення ККН	$\delta, \%$
Циліндрична	0,5	3,214	3,250	+1,12
	1,5	4,296	4,320	+0,56
Конічна	0,5	3,278	3,280	+0,06
	1,5	4,318	4,360	+0,97

Тут δ – відхилення числового значення ККН, знайденого за допомогою МСЕ, від аналітичного.

На рис. 1, як приклад, наведено розподіл інтенсивності напружень σ_i в циліндричній оболонці з немалим круговим отвором $\frac{r_0}{\sqrt{R_0 h}} = 1,5$. Концентрація напружень виникає поблизу контуру отвору, при цьому у разі великих отворів величина ККН у циліндричній оболонці більше на ~33% у порівнянні з відповідною оболонкою з малим отвором. Для конічної оболонки спостерігається аналогічна картина.

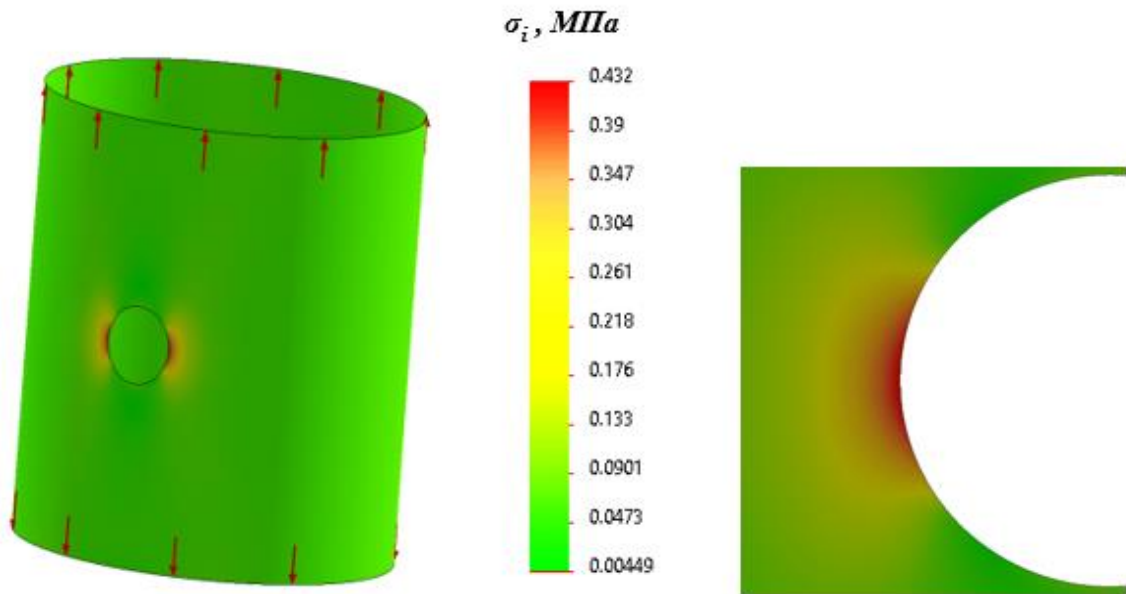
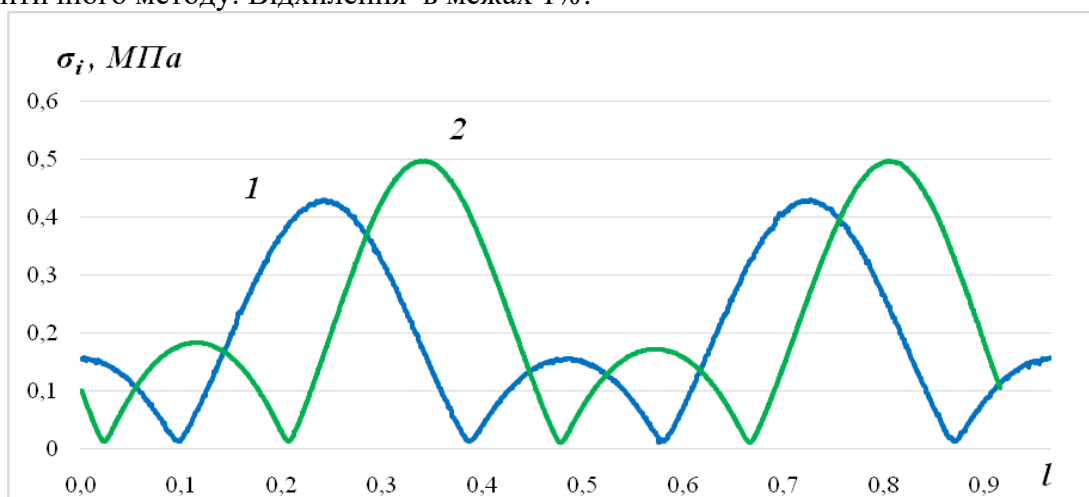


Рис. 1. Розподіл інтенсивності напружень σ_i в циліндричній оболонці з невеликими круговими отворами $\frac{r_0}{\sqrt{R_0 h}} = 1,5$

Графіки розподілу інтенсивності напружень σ_i вздовж розгортки контуру отвору в циліндричній і конічній оболонках з невеликими круговими отворами $\frac{r_0}{\sqrt{R_0 h}} = 1,5$ представлено на рис. 2. По осі абсцис відкладено нормалізовану параметричну відстань ($0 \leq l \leq 1$, $l = \frac{r}{2\pi r_0}$, r – довільна точка на контурі отвору).

З рис. 2 видно, що для конічної оболонки концентрація напружень навколо отвору дещо більше, ніж для циліндричної (на $\sim 1\%$), що добре узгоджується з результатами із [2]. У результаті проведеного комп'ютерного моделювання і числового дослідження концентрації напружень навколо отворів в тонкостінних однорідних ізотропних циліндричних і конічних оболонках з круговими (малими і невеликими) отворами здійснено порівняльний аналіз ККН, отриманих на основі МСЕ, і за допомогою аналітичного методу. Відхилення в межах 1%.



Лінія 1 – циліндрична оболонка. Лінія 2 – конічна оболонка

Рис. 2. Розподіл інтенсивності напружень σ_i вздовж контуру отвору в циліндричній і конічній оболонках з невеликими круговими отворами $\frac{r_0}{\sqrt{R_0 h}} = 1,5$

Представляє подальший інтерес знаходження раціональних параметрів підкріплювальних елементів навколо отворів щодо зменшення концентрації параметрів НДС оболонок.

Література

1. *Гарт Е. Л., Семенча О. О.* Числове дослідження напружено-деформованого стану пружної трапецевидної пластини з прямокутним отвором і стрічковим включенням // Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій: зб. наук. праць. Дніпро: Ліра, 2021. Вип. 33. С. 43–54. <https://doi.org/10.15421/4221004>
2. *Гузь А. Н., Чернышенко И. С., Чехов Вал. Н. и др.* Методы расчета оболочек. В 5 т. Т. 1. Теория тонких оболочек, ослабленных отверстиями. К., 1980. 636 с.
3. *Sweedan A.M.I., El Damatty A.A.* Experimental and analytical evaluation of the dynamic characteristics of conical shells // *Thin-Walled Structures*. 2002. Vol. 40, Iss. 5. P. 465–486. [https://doi.org/10.1016/S0263-8231\(01\)00070-2](https://doi.org/10.1016/S0263-8231(01)00070-2)

ДО ПРОБЛЕМИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТУРБУЛЕНТНИХ ТЕЧІЙ НАВКОЛО ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

А.В. Сохацький

*Інститут транспортних систем і технологій
Національної академії наук України*

Визначення аеродинамічних характеристик транспортних засобів пов'язано з описом турбулентних течій. У зв'язку з цим на перший план виступає завдання наближеного (напівемпіричного) опису турбулентності. Під час виведення осереднених рівнянь руху рідини, що становлять основу сучасної гідродинамічної теорії турбулентності, основна маса дослідників спирається на рівняння гідродинаміки у формі рівнянь Нав'є-Стокса, які, як передбачається, описують течію рідини і в турбулізованому режимі навіть за екстремально великих значень безрозмірних параметрів. Однак сама можливість вибору цих рівнянь як стартових для переходу до осереднених рівнянь Рейнольдса не є безперечною, хоча б тому, що під час їхнього виведення робиться доволі сильне припущення щодо лінійного зв'язку тензора в'язких напружень з першими похідними поля швидкостей. При русі транспортних засобів поблизу землі в основному приходиться мати справу з турбулізованим набігаючим потоком, для якого характерні складні нелінійні залежності параметрів потоку в просторі та часі.

В сильно нелінійних турбулентних рухах рідини не можна виключити складнішої залежності тензора в'язких напружень від тензора швидкостей деформацій. У зв'язку з цим, наведемо ще один аргумент на користь подібного роду сумнівів, процитувавши витяг з роботи О.М. Білоцерківського (1984): "Таким чином, гіпотеза про те, що турбулентність повністю описується рівняннями Нав'є-Стокса, математично не обґрунтована, оскільки немає загальної теореми, яка гарантує глобальне існування розв'язків рівнянь Нав'є-Стокса як задачі з початковими умовами. Цілком імовірно (хоча таких прикладів поки що немає), що ці розв'язки можуть стати сингулярними, тож рівняння перестають бути справедливими, і для побудови повної теорії потрібні, мабуть, нові фізичні принципи, які виходять за рамки класичної гідродинаміки"...

Враховуючи те, що на відміну від практично універсального спектра дрібномасштабних пульсацій, великомасштабні вихрові структури істотно різні для різних течій. Це робить безперспективним створення універсальних напівемпіричних моделей турбулентності, придатних для опису різнотипних турбулентних течій.

За цієї причини завдання дослідників полягає головним чином у встановленні меж застосовності тієї чи іншої напівемпіричної моделі турбулентності. Проте є певні підстави сподіватися, що залучення багатопараметричних апроксимацій, що ґрунтуються на еволюційних рівняннях переносу для старших моментів термогідродинамічних параметрів, які пульсують у потоці, дасть змогу певною мірою просунутися на шляху побудови універсальних моделей турбулентності зі складними властивостями, які б описували досить велике число різноманітних турбулізованих природних середовищ.

Таким чином і на сьогодні, ключовою проблемою залишається моделювання турбулентних течій. Виняткова складність турбулентності як фізичного явища так і залишається невирішеною проблемою. Ключовим питанням обчислювальної аеродинаміки залишається пошук прийняттого компромісу між фізичною адекватністю моделі і рівнем її обчислювальної трудомісткості. Слід відмітити, що її розвиток еволюціонує у бік усе більш складних фізичних та математичних моделей. Це вимагає проведення все нових і нових досліджень, спрямованих на розширення меж застосування математичних моделей.

Таким чином, математичне моделювання турбулентних течій залишається виключно актуальною проблемою теоретичної та обчислювальної і аеродинаміки.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕЧІЙ В'ЯЗКОПЛАСТИЧНОЇ РІДИНИ ПО КОНІЧНІЙ ПОВЕРХНІ

І.С. Тонкошкур

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

У даній роботі розглянуто задачу про просторову течію плівки в'язкопластичної рідини по поверхні конуса з некруговим поперечним перерізом під дією сили тяжіння. Припускається, що вісь тіла розташована під деяким кутом до вертикалі, а плівка рідини стікає від його вершини вниз. Вводиться криволінійна ортогональна система координат (ξ, η, ζ) , що зв'язана з поверхнею тіла: координата ξ відраховується від вершини конуса вздовж твірної, η – полярний кут в площині, перпендикулярній до осі тіла, ζ – відстань нормалі до поверхні. Рівняння поверхні конуса у сферичній системі координат (r, θ, φ) задається у вигляді $\theta = \theta(\varphi)$, де θ – кут між твірною й віссю конуса.

Для опису течії рідкої плівки приймається модель в'язкої нестисливої рідини, що заснована на рівняннях нерозривності та імпульсу. У векторній формі ці рівняння мають вигляд

$$\operatorname{div} \bar{V} = 0,$$

$$\frac{d\bar{V}}{dt} = -\frac{1}{\rho} \operatorname{grad} p + \frac{1}{\rho} \operatorname{Div} \bar{\tau} + \bar{g}.$$

Тут \bar{V} – вектор швидкості руху рідини, p – тиск, ρ – густина рідини, $\bar{\tau}$ – тензор в'язких напружень, \bar{g} – інтенсивність сили тяжіння.

За крайові умови беруться умови «прилипання» на поверхні твердого тіла, а також умови неперервності напружень і нормальної складової вектора швидкості – на поверхні, що розділяє рідину і газ. Для замикання системи диференціальних рівнянь використовується реологічна модель в'язкопластичної рідини Шведова-Бінгама [1]

$$\tau_{ij} = 2 \left(\frac{\tau_0}{A} + \mu \right) \dot{\epsilon}_{ij} \quad \text{при } |\tau| > \tau_0,$$

$$\dot{\epsilon}_{ij} = 0 \quad \text{при } |\tau| \leq \tau_0,$$

де τ_{ij} – компоненти тензора в'язких напружень $\bar{\tau}$, τ_0 – граничне напруження зсуву, μ – коефіцієнт пластичної в'язкості, $A = \sqrt{2I_2}$, I_2 – другий інваріант тензора швидкостей деформацій $\dot{\epsilon}_{ij}$, n – параметр нелінійності.

Для спрощення системи рівнянь використовується метод малого параметра, за який вибрана відносна товщина плівки. Розв'язок рівнянь нерозривності та руху рідини (з урахуванням головних членів розкладу) одержано в аналітичному вигляді. Невідома відносна товщина плівки визначається в результаті розв'язання крайової задачі:

$$\varphi_1 \frac{\partial F}{\partial \xi} + \varphi_2 \frac{\partial F}{\partial \eta} + \varphi_3 F + \varphi_3 = 0$$

$$F(1, \eta) = 0, \quad F(\xi, \eta_p) = F_0(\xi),$$

де $\varphi_i(\eta)$ – відомі функції, які залежать від фізичних і геометричних параметрів, η_p – координата, що визначає лінію розтікання конуса $\eta = \eta_p$. Функція $F_0(\xi)$ знаходиться при розв'язанні задачі на лінії розтікання.

Проведені розрахунки течій рідкої плівки по поверхні конічних тіл з поперечними перерізами у вигляді еліпса, а також трикутника з округленими кромками.

STRESS-STRAIN STATE OF A PLATE WITH WEDGE-CUT NOTCH UNDER COMPLEX LOADING

K. Panin

Oles Honchar Dnipro National University

The problem of determining the stress-strain state of a rectangular elastoplastic plate with a wedge-shaped notch under complex loading is considered. The constitutive relations of the theory of plasticity, which takes into account microdeformations (Kadashevich, Novozhilov, Chernyakov), are used as the equations of state. This differential-nonlinear variant of the theory of plasticity has proven itself quite well in describing the complex elastoplastic deformation of polycrystalline bodies. In it, the non-uniformity of plastic deformation is approximately taken into account by representing the plastic strain tensor as a sum of elementary plastic strains, each of which has its own yield surface and a system of internal microelastic forces. The presented approach has been based upon an assumption that statistics of anisotropic crystals can be replaced by statistics of isotropic particles having various yield limits and random field of micro stresses and micro strains.

A numerical algorithm for solving this boundary value problem based on a variational formulation is proposed. The nonlinear variation problem by the variable elasticity parameter method reduces to a sequence of linear problems. Further, the standard procedure of the finite element method is applied, which makes it possible to reduce the solution of the boundary value problem to the solution of a system of first-order differential equations with respect to

the velocities of nodal displacements. The latter is achieved using the Euler method with intermediate iterations. At each step of the Euler method, the direction of active micro plastic deformation is determined by the simple iteration method. As the basic for the finite element method, an isoparametric quadrangular finite element is used. Taking into account the fact that the plate under consideration is in a plane stress state, which is characterized by three-dimensional trajectories of loading and deformation, special numerical algorithms have been constructed that make it possible to significantly simplify the solution of the problem.

On the basis of the developed numerical algorithms, boundary value problems for a rectangular plate with a wedge-shaped notch are solved for various angles of the wedge and for various external loading schemes. Taking into account the processes of complex loading, stress-strain state and zones of plasticity near wedge-shaped notch were built. This made it possible to investigate the previously unconsidered question of the influence of the loading history on the parameters of the stress-strain state of such a plate. It is shown that it can be significant. For comparison, solutions to similar problems were obtained within the framework of the flow theory with isotropic hardening under the same schemes of external loading, as well as using the deformation theory under simple loading. It indicates that the simplest variants of the theory of plasticity, usually used in calculations, make it possible to obtain satisfactory results only under simple loading. In the case of complex loading, it is necessary to use such variants of the theory of plasticity, which more adequately describe the elastic-plastic behavior of the material.

СЕКЦІЯ 2

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, МОДЕЛЮВАННЯ В СОЦІАЛЬНІЙ СФЕРІ, ЕКОНОМІЦІ, СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТА ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ, МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ КІБЕРБЕЗПЕКОЮ

INCREASING THE RELIABILITY OF CLUSTER INFORMATION PROCESSING SYSTEMS

Poshyvalov V.P.

Institute of Technical Mechanics of the NAS of Ukraine and DKA of Ukraine

With the development of computer networks, two or more computers began to be called clusters (servers or workstations), connected into a single system by special software and hardware. Such clusters can be considered as a computing system with distributed memory and distributed management. The system provides enough high level of parallelization, reliability, availability and ease of maintenance relatively low costs. One of the strict definitions of the term "clustering" is the expression: "implementation of the unification of machines, which is a single whole for the operating system, system software, applications and users". Cars, clustered together in a similar way, they can fail very quickly if one processor fails redistribute work to other processors both within the cluster and between clusters. Thus, organized systems have the following properties: distribution of resources, high readiness, high throughput, ease of system maintenance.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ХІРУРГІЧНІЙ ОПЕРАЦІЇ НА ОЧАХ

Зимарьов Є.Д., Тонкошкур І.С.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Однією з найбільш поширених операцій в офтальмології є операція з приводу катаракти або помутніння кришталика. На другому етапі операції (після видалення кришталика) відбувається процес вимивання каламутних кришталікових мас із капсульного мішка та передньої камери ока. В даній роботі розглядається задача моделювання гідродинамічних процесів при проведенні хірургічних операцій на очах. Застосовується двовимірний модель з осередненням по глибині камери ока [1], яка враховує процеси іригації та аспірації. Заміщувальна рідина подається в камеру ока через круговий отвір ω_i і витікає через отвір ω_a та розріз на частині межі області Γ_p .

Для опису внутрішніх течій рідини використовується модель потенціальної нестисливої рідини. Крайова задача для потенціалу вектора швидкості φ в круговій області Ω , що обмежена колом Γ , має вигляд

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = f(x, y).$$

Крайова умова

$$\frac{\partial \varphi}{\partial r} = V_\Gamma \quad \text{на межі } \Gamma,$$

де

$$f(x, y) = \begin{cases} V_i & \text{при } (x, y) \in \omega_i \\ V_a & \text{при } (x, y) \in \omega_a \\ 0 & \text{при } (x, y) \notin \omega_i \cup \omega_a \end{cases}, \quad V_\Gamma = \begin{cases} V_p & \text{при } (x, y) \in \Gamma_p \\ 0 & \text{при } (x, y) \notin \Gamma_p \end{cases}.$$

Розв'язок задачі знаходиться за допомогою метода скінченних елементів з використанням математичного пакета Matlab. Схема течії рідини в розрахунковій області показана на рис. 1.

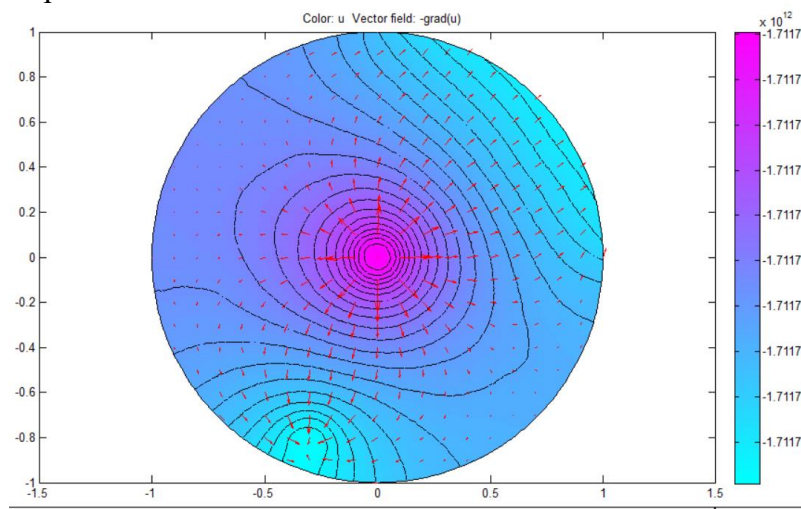


Рис. 1

1. Белоцерковский О.М. Вычислительная механика. Современные проблемы и результаты. - М: Наука, 1991, 183 с.

ІННОВАЦІЙНЕ ІНВЕСТИВАННЯ В СИСТЕМІ МІЖНАРОДНИХ ЕКОНОМІЧНИХ ВІДНОСИН: ПОБУДОВА ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ

Стеблюк Н.Ф.¹, Волосова Н.М.²

¹Університет митної справи та фінансів (УМСФ), м. Дніпро

²Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське

В сучасних умовах глобальної конкуренції важливим питанням для підприємств є пошук коштів для вирішення ключових проблем пов'язаних із модернізацією і закупкою нових технологій, а оцінка ефективності інвестиційного проекту є ключовим питанням для будь-якого іноземного інвестора. Загострення проблеми нестачі фінансових ресурсів для реалізації інвестиційних проектів на базі нових технологій висуває на передній план: проблему активізації міжнародної інвестиційної діяльності у сфері фінансування інвестиційних проектів та нові вимоги до розробників інвестиційних проектів. Тому вирішення цих питань вимагає розробки відповідних моделей, методів, інструментальних засобів підтримки прийняття рішень з

урахуванням наявних результатів у цій галузі наукового пошуку.

Сучасний стан інноваційної діяльності промислових компаній характеризується зниженням рівня їх технічної та технологічної активності, на що впливають такі чинники як відсутність власних коштів, великі витрати на нововведення, високий ризик та несприятливість підприємств до нововведень. Умови в яких функціонують технологічні компанії відзначається нестабільністю ринкового середовища, високим рівнем зносу обладнання та дефіцитом фінансових ресурсів. Тому компанії прагнуть знайти інвесторів, щоб за допомогою інвестиційних проєктів, спрямованих на розвиток інноваційної діяльності подолати технічну та технологічну відсталість, підвищити свою конкурентоздатність та займати лідируючі сегменти на ринку. Для досягнення високих результатів в інноваційно-інвестиційній діяльності компанії необхідно вміло застосовувати різні підходи, вони мають дуже широкий спектр як за змістом, так і за критеріями оцінювання. Однак, ще залишається чимало невирішених питань, пов'язаних з удосконаленням методик вибору пріоритетних інвестиційних проєктів та оцінювання ефективності інвестицій в умовах ризику та невизначеності, які визначають сучасні умови ведення господарської діяльності.

В умовах обмеження обсягів наявних інвестиційних ресурсів постає нагальна потреба в обґрунтуванні найкращого способу їх розподілу, зокрема, визначення раціональної частки інвестицій, яку доцільно спрямувати на розвиток інноваційного потенціалу компанії в умовах глобальної конкуренції. Запропоновано варіант розв'язання задачі оцінювання інноваційно-інвестиційної діяльності компаній хімічної промисловості при побудові економіко-математичної моделі, яка комбінує принципи теорії обмежень системи та апарат теорії нечітких множин. Для вирішення завдань прийняття управлінських рішень в умовах невизначеності, дефіциту ресурсів, інформації та часу, доцільно використовувати методи теорії обмежень системи (ТОС) ЕліяхуГолдратта і теорії нечітких множин.

З метою визначення пріоритетних інвестиційних проєктів запропоновано сформулювати, за допомогою ранжування, матрицю пріоритетності інвестиційних проєктів інноваційної діяльності, яка адаптована до технологічних компаній. Вибір пріоритетних для компаній проєктів потрібно розпочинати з відповіді на запитання щодо проєктів, які можуть брати участь у ході ранжування. Для цього необхідно розглянути процес оцінки рівня ефективності інвестиційних проєктів. Алгоритм ранжування інвестиційних проєктів передбачає підготовку й затвердження матриці пріоритетів компанії. У затверджену матрицю пріоритетів вносяться найменування інвестиційних проєктів, де за підсумком ранжування й розрахунку рівня ефективності будується матриця інвестицій. Найбільшою пріоритетністю володіють інвестиційні проєкти, розташовані в елементі з найбільшою сумою по номеру рядка й стовпця.

Оскільки, розвиток інноваційно-інвестиційної діяльності є пріоритетним і стратегічним напрямом розвитку компанії на даний час, то постає питання інвестування коштів в інноваційну сферу основних засобів, енергозбереження, джерела енергозабезпечення, технологічні інновації, що матиме позитивний вплив на собівартість продукції і, в свою чергу, допоможе утримати та підвищити рівень конкурентоздатності компанії, зайняти стабільні ринкові позиції в своєму сегменті.

Кожен інвестиційний проєкт з розрахованим індексом пріоритетності вноситься в матрицю (табл.1). У даній матриці інвестицій існує розподіл на два додаткові центри: перший центр ($I_{пр}$) – інвестиційні проєкти з перехідним фінансуванням, тобто вже частково реалізовані; другий центр ($I_{по}$) – це інвестиційні проєкти, що плануються до реалізації.

Прогнозована матриця інвестиційних проєктів

1. Модернізація обладнання	
1.1 Вдосконалення виробничих потужностей	
1.1.1. I _{пр} 1.1.1.1 Реконструкція комплексу фасування карбаміда у біг-беги – 0,6857 (3)	1.1.2 I _{по} 1.1.2.1 Збільшення потужності виробництва соляної кислоти – 0,5449 (8)
2.1 Підвищення якості	
2.1.1 I _{пр} 2.1.1.1 Реконструкція хімводопідготовки – 0,5516 (7)	2.1.2
3.1 Заміна зношених об'єктів основних засобів	
3.1.1 I _{пр} 3.1.1.1 Нове обладнання – 0,5207 (10)	3.1.2
2. Виробництво нових видів продукції	
1.2 Виробництво нових видів продукції	
1.2.1 I _{пр} 1.2.1.1 Виготовлення нової продукції – оксихлорид алюмінію – 0,6756 (4)	1.2.2 I _{по} 1.2.2.1 Освоєння виробництва розчину хлористого кальцію – 0,6891 (2)
2.2 Надання нових послуг	
2.2.1 I _{пр} 2.2.1.1	2.2.2 I _{по} 2.2.2.1 Установка приготування робочих розчинів хлористого кальцію – 0,7490 (1)
3.2 Вкладення в доробку і модернізацію існуючих технологічних процесів	
3.2.1	3.2.2 I _{по} 3.2.2.1 Освоєння виробництва коагулянту – 0,5426 (9)
3. Невиробничі вкладення у виробництво	
1.3 Розвиток інженерних мереж	
1.3.1. I _{пр} 1.3.1.1 Реалізація природоохоронної програми – 0,5675 (6)	1.3.2 I _{по} 1.3.2.1 Проєктні роботи по новому енерджерелупідприємства – 0,6605 (5)

Практичне значення отриманих результатів полягає у тому, що розроблений алгоритм визначення пріоритетних інвестиційних проєктів і їх оцінка ефективності сприятиме оптимальному використанню інвестиційних ресурсів, що забезпечать ефективне управління міжнародною інвестиційною діяльністю компаній в конкурентних умовах.

ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА СИСТЕМ В ПРОЦЕСІ ТУРИСТИЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Горожанкіна Н.А.

Університет митної справи та фінансів

Індустрія туризму є надзвичайно багатогранною, тому потребує використання інформаційних технологій, які включають розробки спеціалізованих програмних засобів задля автоматизації діяльності окремої туристичної компанії (рис. 1).

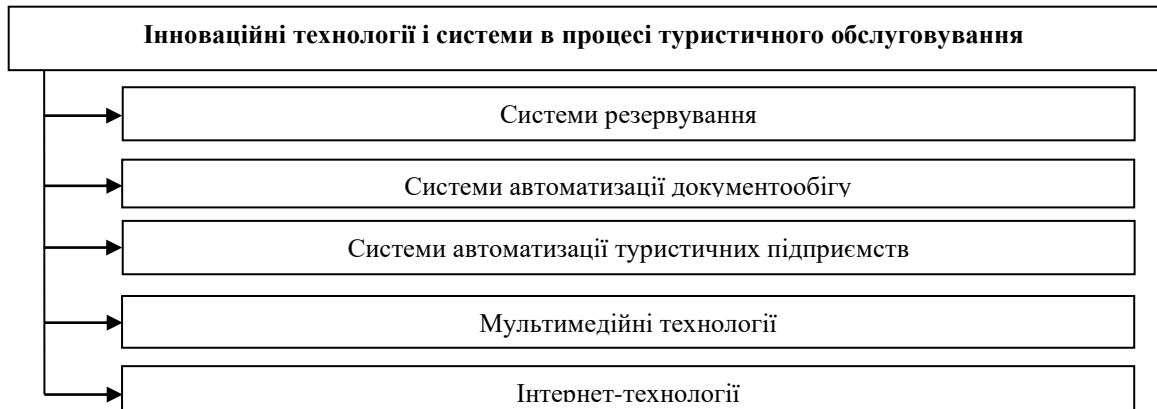


Рис. 1. Інноваційні технології і системи в процесі туристичного обслуговування [1-3]

Туристичний продукт представляє комплекс різноманітних послуг, котрі надаються споживачу, а туристична фірма виступає їх реалізатором. Швидкість поширення інформації, оперативний взаємозв'язок між туристичною фірмою та споживачем туристичних послуг набувають першочергового значення, саме тому інформаційні технології посідають важливе місце у туристичній діяльності.

Про масштаби сучасних комп'ютерних систем бронювання (КСБ) свідчить така статистична інформація: у офісах туристичних агентств та авіакомпаній, які цілодобово користуються послугами даних систем, встановлено близько 600 тис. терміналів. У зв'язку із зростанням масштабів застосування КСБ, вони одержали нову назву – глобальні розподільчі системи (ГРС) [1].

Регіональні туристичні агентства такою активно використовують КСБ. Без них, складно уявити щоденне планування й управління операціями. Варто зазначити, що загалом КСБ впливають на діяльність усієї туристичної галузі. Так близько 90% туристичних агентств США та Великобританії пов'язані із ГРС, адже системи бронювання надають можливість користування не лише авіапослугами, а й ночівлю у готелях, оренду автомобілів, круїзні подорожі, інформацію про місце перебування, курс валют, повідомлення про погодні умови, автобусне й залізничне сполучення [1].

Таким чином, можна дійти висновку, що системи резервування створюють загальну мережу з розподільчих каналів для туристичної галузі. Прикладом слугує отримання туристичним підприємством доступу до хмарної бази даних на сервері в один клік, що дозволяє отримати доступ до інформації про вартість, якість, час, дані про документи та співпрацю з постачальними, можливість здійснити замовлення та використати методи взаємодії з клієнтами та підрядниками.

Для ефективного і повного використання таких систем необхідне освоєння певного рівня інформаційних технологій працівниками, що, часом, створює певні виклики для людей старшого покоління. Зазначається, що найбільшими КСБ у сфері туризму на даний час являються системи Amadeus, Galileo, Worldspan.

Досить розповсюдженими у туристичній діяльності є системи автоматизації документообігу. Під офісними програмами розуміються програмні засоби, пристосовані для введення заявок й проставляння позначок оплати, так й складні комплексні системи, котрі дають змогу автоматизувати й оптимізувати бізнес-процеси туристичних підприємств.

Серед рівнів автоматизації можемо виділити офісну оргтехніку; комп'ютери із стандартним програмним забезпеченням; спеціалізоване програмне забезпечення; наявність власних Інтернет-магазинів [3].

Професійні офісні програми повинні надавати повну автоматизацію бізнес-

процесам туристичної фірми. Придбання й установка програм такого рівня не зводиться до простої купівлі комп'ютерної системи – це, перш за все, вагома робота з впровадження нової, передової технології. Переваги для туристичного підприємства – це, насамперед, те, що великий обсяг інформації тепер доступний всім або багатьом працівникам, котрим раніше володіли один або два найбільш просунутих менеджера.

Повна історія спілкування із клієнтом зберігається у базі даних. Будь-який користувач системи має змогу дати вичерпну відповідь щодо питань клієнтів. За допомогою комплексної системи автоматизації можливе коригування стратегії продажу. Система допоможе туроператору оптимальним чином заповнити (завантажити) чартери та готелі.

Однією з найбільш поширених систем автоматизації підприємств є система DPAS, яка автоматизує розрахункові процедури й зазвичай використовується невеликими туристичними агентствами.

Істотною подією було введення у дію системи Thomson Automatic Banking й підключення до неї агентів фірмою Thomson Holiday. Дана система була сполучена з системою резервування TOP-фірми Thomson та автоматично формувала рахунки турагентам за усіма угодами. Знадобився певний час для її запровадження у агентствах, але це було першим кроком до EFTPOS (Electric Fund Transfer at Point of Sale). Система широко поширилась у наступні декілька років та мала суттєве значення для прискорення обігу грошей у туристичних агентствах [2].

Інформаційні системи туроперейтингу стають все більше поширеними та набувають визнання та популярності, адже одними з вирішальних факторів для підвищення своєї конкурентоспроможності є капітал та інформаційні технології. Важливим критерієм вибору системи автоматизації все частіше стає можливість самостійного доопрацювання програмного забезпечення або впровадження особистих інтеграцій для індивідуалізації туристичного підприємства.

Список використаних джерел

1. Денисенко М.П., Шацька З.Я., Захарченко О.О. Заходи активізації інноваційного розвитку вітчизняних туристичних підприємств (на прикладі ТОВ «Агентство «Pan Ukraine»). Причорноморські економічні студії. 2019. № 46. С. 61–67.

2. Кожухівська Р.Б. Напрями застосування інформаційних технологій у комунікаційних стратегіях українських туристичних підприємств і підприємств індустрії гостинності. Бізнес Інформ. 2015. №10. С. 119-125.

3. Шевелюк М.М. Цифровізація у сфері туризму: інноваційні тренди і пріоритетні напрями розвитку. *Питання культурології*, (38), 2021. С. 226-235. DOI: <https://doi.org/10.31866/2410-1311.38.2021.245956>

ПРО АСИМПТОТИЧНІ РІВНОСТІ ПРИ НАБЛИЖЕННІ ЛІНІЙНИМИ ДОДАТНИМИ ОПЕРАТОРАМИ

Давидчик О.М.

Дніпровський фаховий коледж інженерії та педагогіки «Українського державного хіміко-технологічного університету»

Нехай C – простір безперервних 2π – періодичних функцій $f(x)$ з нормою $\|f\| = \max_t |f(t)|$

Позначимо через z_n множину лінійних додатних операторів виду

$$U_n(f; x) = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x+t) z_n(t) dt,$$

де

$$z_n(t) = \frac{1}{2} + \sum_{\kappa=1}^n \rho_{\kappa}^n \cos \kappa t, \quad z_n(t) \geq 0.$$

Припустимо $\delta > 0$, $r = 0, 1, 2, \dots$

$$L_r(U_n, \delta) = \sup_{f^{(r)} \in C/R} \frac{\|f - U_n(t)\|}{\omega(f^{(r)}, \delta)},$$

де $\omega(f, t)$ – модуль безперервності функції $f(x)$ та

$$L_{r,n}(\delta) = \inf \{L(U_n, \delta) | U_n \in z_n\}.$$

Нехай $\omega^*(f, t)$ – найменша опукла вверх мажоранта модуля безперервності $\omega(f, t)$. Величини, відповідні $L_r(U_n, \delta)$ та $L_{r,n}(\delta)$ для $\omega^*(f, t)$, позначимо через $L_r^*(U_n, \delta)$ та $L_{r,n}^*(\delta)$.

Тоді виконується співвідношення

$$L_{1,n} \left(\frac{\pi}{\gamma n} \right) = \frac{\pi \gamma}{2n} + \frac{\pi}{12 \gamma n} + O \left(\frac{1}{n} \right), \quad \gamma > 1,$$

$$L_{1,n}^* \left(\frac{\pi}{\gamma n} \right) = \frac{\pi \gamma}{2n} + O \left(\frac{1}{n} \right), \quad \gamma > 1,$$

та при $n \rightarrow \infty$

$$L_{r,n}^* \left(\frac{\pi}{\gamma n} \right) = L_{r,n} \left(\frac{\pi}{\gamma n} \right) + O \left(\frac{1}{n} \right) = \frac{\gamma K_{r-1} \pi}{2n} + O \left(\frac{1}{n} \right).$$

ЗДІЙСНЕННЯ КІБЕРНЕТИЧНОГО ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ПІДПРИЄМСТВ

Стебляко П.О.¹, Стелюк Б.Б.²

¹*Інститут механіки ім. С.П.Тимошенка НАН України*

²*Університет митної справи та фінансів*

На сьогодні інформаційна безпека дедалі більше стосується саме суб'єктів підприємницької діяльності, яким потрібно захищатися від відтоку інформації. Інформаційна безпека (ІБ) – це здатність персоналу підприємства забезпечити захист інформаційних ресурсів та потоків від загроз несанкціонованого доступу до них.

Останнім часом розвиток суспільства характеризується негативною динамікою не тільки зловмисних порушень роботи інформаційних систем чи мереж, а й злочинів, вчинених з використанням новітніх технологій, найсучаснішої техніки.

Деякі керівники комерційних структур у своїй підприємницькій діяльності не приділяють належної уваги інформаційній безпеці підприємства, що дозволяє зловмиснику використовувати недоліки захисту інформаційних автоматизованих систем й обчислювальної техніки. Одним із шляхів усунення цих недоліків у сфері підприємництва є проектування організаційно-функціональної підсистеми інформаційної безпеки підприємства і її ресурсного забезпечення [1].

Актуальність досліджуваної проблеми полягає в тому, що з розвитком конкуренції значного поширення набули такі злочини, як викрадення інформації через комп'ютерні мережі і прослуховування ліній зв'язку. Тому знання потенційних загроз, причин та умов скоєння таких злочинів дозволить працівникам підрозділів служб безпеки підприємств у межах своєї компетенції здійснити заходи, що стануть перешкодою на шляху до зловмисних замахів на інформаційні ресурси та потоки господарюючого суб'єкта.

Основою існування бізнес-процесів сучасного підприємства та організації є інформаційна інфраструктура (системи типу ERP, BI, бухгалтерський облік, системи обліку HR тощо), яка створюється і підтримується власними силами підприємства (силами відділу інформаційних технологій, службою захисту інформації тощо) або силами компанії-аутсорсера. З одного боку, застосування інформаційних технологій якісно змінює бізнес-процеси сучасного підприємства (організації), створює умови для ведення більш ефективнішого бізнесу та отримання прибутку. З іншого боку, існування бізнес-процесів підприємства (організації) в кіберпросторі створює умови та можливості стороннього впливу на них.

Необхідно відмітити, що суб'єкти малого та середнього підприємництва все частіше стають основними цілями кіберзлочинців оскільки [1]:

- підприємці та їхні працівники часто елементарно не обізнані в питаннях інформаційної та кібернетичної безпеки;
- підприємці не можуть собі дозволити наймати фахівців в галузі інформаційної та кібернетичної безпеки;
- підприємці не можуть собі дозволити закупівлю та застосування засобів захисту інформації тощо.

Тому, часто невеликі компанії виявляються нездатними повністю відновитися від наслідків кібернетичних атак. Забезпечення кібернетичної безпеки стає діяльністю, яка направлена на виживання підприємств (організацій) в умовах конкурентної боротьби і є справою від генерального директора до пересічного працівника підприємства.

Відповідно до Закону України "Про захист інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах" відповідальність за забезпечення захисту інформації в інформаційній системі покладається на власника системи [2], але коло учасників, які можуть впливати на кібернетичну безпеку підприємств (організацій) досить широке: власники істотної участі; управлінський персонал та працівники; особи, які здійснюють зовнішній аудит; представники державних органів, які відповідно до своїх посадових обов'язків здійснюють контроль за діяльністю; представники компаній-партнерів по бізнесу та компаній-аутсорсерів тощо.

Кібернетична безпека підприємства (організації) є результатом організаційних, контролюючих, виконавчих, інженерно-технічних заходів, застосовуваних засобів і методів захисту інформації в інформаційних системах тощо.

Організаційні заходи кібернетичного захисту інформаційних систем підприємств, (організацій) створюють умови та забезпечують їх кібернетичну безпеку як досягнення

відповідного стану [1]. Під час розроблення проектів організаційних документів підприємств (організацій) відповідальні особи реалізують перетворюючу функцію: норми законодавства, нормативно-правових документів відображаються в регламенти локального рівня з урахуванням характеру та особливостей відповідних бізнес-процесів. Під час реалізації даної функції рекомендується застосовувати методи правового регулювання суспільних відносин імперативний, диспозитивний тощо та метод семантичного аналізу.

Література:

1. Гахов С. О. Застосування методів правового регулювання під час здійснення організаційних заходів щодо кібернетичного захисту інформаційних систем підприємств, установ та організацій [Електронний ресурс] / С.О. Гахов – Режим доступу: <http://journals.dut.edu.ua/index.php/dataprotect/article/view/708/0>.

2. Про захист інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах. Верховна Рада України; Закон від 05.07.1994 № 80/94-ВР. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/80/94-вр>.

ПРО ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДО ЗАДАЧ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ СПЕЦІАЛЬНИХ ВАНТАЖІВ

Ю.А. Мейш, д.т.н., проф., В.В. Лебідь, к.т.н., доц.

Національний транспортний університет, м. Київ

Математичне моделювання є одним із методів дослідження економічних задач, зокрема і у транспортній галузі [1]. Якщо математична модель задачі побудована правильно, то вона дає відповідь на питання про кількісну оцінку параметрів задачі, що розглядається, в залежності від змін певної кількості факторів, що на неї впливають. Практична значимість моделі, що будується, визначається тим, що її застосування дозволить виявити реально існуючі зв'язки та дати обґрунтований прогноз щодо розвитку заданої задачі при наявності певних умов. З метою кількісного вимірювання взаємозв'язку між досліджуваними процесами, для успішної побудови математичної моделі задачі міжнародних вантажних перевезень спеціалізованих вантажів (як приклад, вантажів фармацевтичної галузі) та їх прогнозування, застосовується поширений метод оцінювання параметрів моделі та врахування особливостей вихідної економічної інформації. Економічно правильна побудова математичної моделі задачі та можливість подальшого інтерпретування отриманих результатів є важливими складовими успіху дослідження. Ще однією із складових успіху розв'язання задачі є логічно правильне формальне застосування наявного математичного апарату. Розглянемо побудову лінійної багатофакторної моделі задачі міжнародних вантажних перевезень [2] лікарських засобів, що відносяться до спеціальних вантажів, а саме швидкокопсуваних. Основними етапами аналізу є:

1. Аналіз вихідних статистичних даних щодо міжнародних перевезень лікарських засобів.

2. Постановка задачі та висунення гіпотези взаємозв'язку.

3. Специфікація моделі, тобто вибір аналітичної залежності між показниками виходячи з логічних міркувань.

4. Формулювання гіпотези у формі математичних співвідношень, що встановлюють зв'язки між основними змінними
5. Обробка та підготовка статистичної інформації.
6. Оцінювання параметрів багатфакторної моделі.
7. Застосування побудованої математичної моделі для прогнозування міжнародних перевезень вантажів.

Відомо, що значення та вплив будь-якого з економічних показників залежить від зовнішніх факторів, але лише обмежена кількість факторів істотно впливає на досліджуваний процес. Впливом інших факторів можна знехтувати, оскільки їх вплив настільки незначний, що не може призвести до істотних відхилень досліджуваного процесу. Важливою передумовою якісного аналізу, прогнозування та керування ситуацією є виявлення та врахування в моделі лише тих факторів, які реально домінують в процесі міжнародних вантажних перевезень спеціалізованих вантажів.

Література

1. Біліченко В.В. Моделювання стратегій розвитку організаційно-технічних виробничих систем на автомобільному транспорті / Біліченко В.В.// Вісник Вінницького політехнічного інституту, 2009, №2. С. 103-107.
2. Застосування математичного моделювання до побудови лінійної багатфакторної моделі перевезень вантажів у міжнародному сполученні / В.В. Лебідь, Ю.А Мейш, Н.В. Майбородіна, В.П. Герасименко // Вісник НТУ, серія «Технічні науки»: Науковий журнал. Вип. № 51 – К.: НТУ, 2022. С. 260-266.

МЕРЕЖЕВИЙ ІНТЕРНЕТ-ТЕРОРИЗМ

А.П. Гірман

Університет митної справи та фінансів м. Дніпро

Досягнення науки і техніки, створені на благо людства, часто використовують у деструктивних цілях. Це повною мірою стосується й протиправного використання злочинцями кібернетичного простору, число учасників якого постійно зростає.

В останні кілька років витоки персональних даних стали однією з ключових проблем інформаційної безпеки. В той же час прийнято вважати, що такого роду випадки – справа рук комп'ютерних зловмисників або недобросовісних бізнесменів. Однак переданими по комп'ютерним мережам даними цікавляться і спецслужби. У різних країнах світу різні державні організації перехоплюють інформацію, причому часом і передану по всіх видах телекомунікацій, але аж ніяк не тільки Інтернетом. Оператори зв'язку – учасники телекомунікаційного ринку (майже скрізь) – законодавчо зобов'язані надавати силовим структурам можливість контролю над переданими даними.

Так, за даними компанії WeAreSocial, на кінець 2014 року, з 7,2 млрд жителів Землі активно користувалися мережею Інтернет 3,01 млрд, 2,078 млрд активних профілів у соціальних мережах та 1,685 млрд - активних мобільних акаунтів у соцмережах. Популярність соціальних мереж і надалі буде стабільно зростати і до кінця поточного року може скласти третину всього населення планети [1].

На підставі аналізу фактичного матеріалу та виходячи з визначення ознак терористичної діяльності, наведених у ст. 1 Закону України «Про боротьбу з тероризмом», можна виділити низку зовнішніх і внутрішніх чинників, що створюють сприятливі умови для вчинення терористичних актів на території України [2].

Серед найхарактерніших чинників, що сприяють виникненню зовнішніх терористичних загроз, експертами визначено геополітичне розташування України. Він обумовлений тим, що територією України пролягають маршрути міграції й товарообміну (матеріальних цінностей) між Азією та Європою, що передбачає нелегальний перетин кордону та контрабанда.

Також наявність спільних кордонів з Європейським Союзом, відносна прозорість східних кордонів, а також недосконалість міграційного законодавства України дають підстави іноземним громадянам (у тому числі прихильникам терористичних організацій) розглядати територію нашої держави як плацдарм для «осідання» або подальшої нелегальної еміграції до країн Західної Європи [3].

Зараз у Західній Європі існує контроль над потоками даних за всіма можливим телекомунікаційним системам. У 2005 р. всіма країнами Євросоюзу були прийняті умови, згідно з якими всіх операторів зв'язку зобов'язали протягом шести місяців зберігати повну інформацію про всі телефонні дзвінки, сеанси підключення до Інтернету, повідомлення електронної пошти тощо. В Ірландії цей термін збільшили до чотирьох років, в Італії – до трьох.

Кібертероризм можна також визначити як умисне використання комп'ютера, мереж та інтернету — громадськості, щоб викликати руйнування і шкоду для досягнення особистих цілей, наприклад вербування до угруповань нових потенційних терористів. Кібертерористи, їх угруповання, банди чи навіть організації, які дуже досвідчені з точки зору злому, можуть нанести величезної шкоди урядовим системам, лікарняним установам, і програмам національної безпеки, що вводить населення країни в стан смутку і страху перед очікуванням повторних атак. Мета таких терористів може бути політичною або ідеологічною, такі дії можна розглядати як форму тероризму [2].

За допомогою ЗМІ, які експлуатують шоківі та відверті подробиці насильства, цільова аудиторія ідентифікує себе з жертвами терористичного акту. Ця частина населення є вторинними жертвами або віктимізованою групою – не зазнавши безпосередньо шкоди від теракту, вона є прямим об'єктом залякування, що покликане посіяти паніку та призвести до руйнівних для суспільства хаотичних дій. При цьому переживається сильний нервовий шок, який виникає від усвідомлення того, що будь-хто може стати жертвою незалежно від свого соціального статусу. Такий психологічний стан людини («терористична свідомість») дозволяє легко маніпулювати нею в конкретних цілях – у кризових ситуаціях в суспільстві підвищується схильність особи до навіювання, і відповідно, зростає рівень маніпулятивного впливу на неї [2].

Передумовами виникнення інформаційного тероризму стали фінансова сторона — дешевизна, доступність будь якій категорії фахівців в медіа просторі та психології тощо, розвиток інформаційного суспільства в міжнародному просторі, прості методи та технології втілення, ефективність, скритність, безкарність. В свою чергу, інформаційний тероризм розділяється на інформаційно-психологічний тероризм та інформаційно-технічний тероризм.

Одним із способів попередження та боротьби є контроль над ЗМІ з метою поширення дезінформації, чуток, демонстрації могутності терористичних організацій, завдання збитків окремим елементам і всьому інформаційному середовищу супротивника в цілому: руйнування елементної бази, активне придушення ліній зв'язку, штучне переавантаження вузлів комунікації тощо [3].

Список використаних джерел:

1. Ільченко В.А. Державні засади запобігання та протидії мережевому тероризму в економіці України: дис. на здобуття наук. ступеня к-та економ. наук: 08.00.03, Київ, 2019. 228 с.

2. Кормич Л.І. Новий формат загроз міжнародного тероризму: час мереж та технологій *Актуальні проблеми політики*.. 2019. Вип. 63. С. 6-19
3. Герасименко К.С. Сучасні ознаки загроз «інформаційного тероризму». *Форум права*. 2009. № 3. С. 162–166.
4. Концепція боротьби з тероризмом: Указ Президента України № 53/2019 від 05.03.2019 року.

ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ЯК ОБ'ЄКТ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Стелюк Б.Б.¹, Стеблянюк П.О.²

¹*Університет митної справи та фінансів*

²*Інститут механіки ім. С.П.Тимошенка НАН України*

Захищаючи свої інформаційні інтереси, кожна держава має дбати про свою інформаційну безпеку. Цього ж вимагає і зміцнення української державності. Збалансована державна інформаційна політика України формується як складова частина її соціально-економічної політики, виходячи з пріоритетності національних інтересів та загроз національній безпеці країни. Із правової точки зору вона ґрунтується на засадах правової демократичної держави і впроваджується шляхом розробки та реалізації відповідних національних доктрин, стратегій, концепцій та програм згідно із чинним законодавством. В Україні назріла об'єктивна потреба у державно-правовому регулюванні науковотехнологічної та інформаційної діяльності, що відповідала б реаліям сучасного світу та рівню розвитку інформаційних технологій, нормам міжнародного права, але водночас ефективно захищала б власні українські національні інтереси. Відносини, пов'язані із забезпеченням інформаційної безпеки, як найважливіші сьогодні для суспільства та держави вимагають найшвидшого законодавчого регулювання [1].

Інформаційна безпека (ІБ) забезпечується проведенням єдиної державної політики національної безпеки в інформаційній сфері, системою заходів економічного, політичного й організаційного характеру, які є адекватними загрозам та небезпекам національним інтересам особи, суспільства та держави в інформаційній сфері, а також можливостям держави по здійсненню управління ними. Система забезпечення інформаційної безпеки є інструментом реалізації державної політики інформаційної безпеки, а відтак і похідним, і детермінованим напрямками державної інформаційної політики. Основу ІБ становлять політика ІБ, законодавча, нормативно-правова та наукова база ІБ, структура органів, які здійснюють захист інформації, а також методи, способи і засоби, які вони для цього застосовують. Основи та етапи формування інформаційної безпеки (рис.1).

Необхідність гарантування інформаційної безпеки зумовлюється, по-перше, потребою забезпечення національної безпеки України в цілому, по-друге, існуванням таких загроз інформаційній сфері країни, які можуть завдавати значної шкоди загальним національним інтересам, по-третє, врахуванням того, що за допомогою інформації можна впливати на зміну свідомості і поведінку людей. Завдання інформаційної безпеки - створення системи протидії інформаційним загрозам [2] та захист власного інформаційного простору, інформаційної інфраструктури, інформаційних ресурсів держави. При виникненні криз, загостренні конфліктів інформаційна боротьба може перерости в інформаційну війну, яка здійснюється за допомогою інформаційної зброї. Показниками, виступають цілеспрямованість, масштабність та комплексність дій тощо.

Головна інформаційна загроза національній безпеці – це загроза впливу іншої сторони на інформаційну інфраструктуру країни, інформаційні ресурси, на суспільство, свідомість, підсвідомість особистості, з метою нав'язати державі бажану (для іншої сторони) систему цінностей, поглядів, інтересів і рішень у життєво важливих сферах суспільної й державної діяльності, керувати їхньою поведінкою і розвитком у бажаному для іншої сторони напрямку. Власне, це є загрозою суверенітету України в життєво важливих сферах суспільної й державної діяльності, що реалізується на інформаційному рівні.

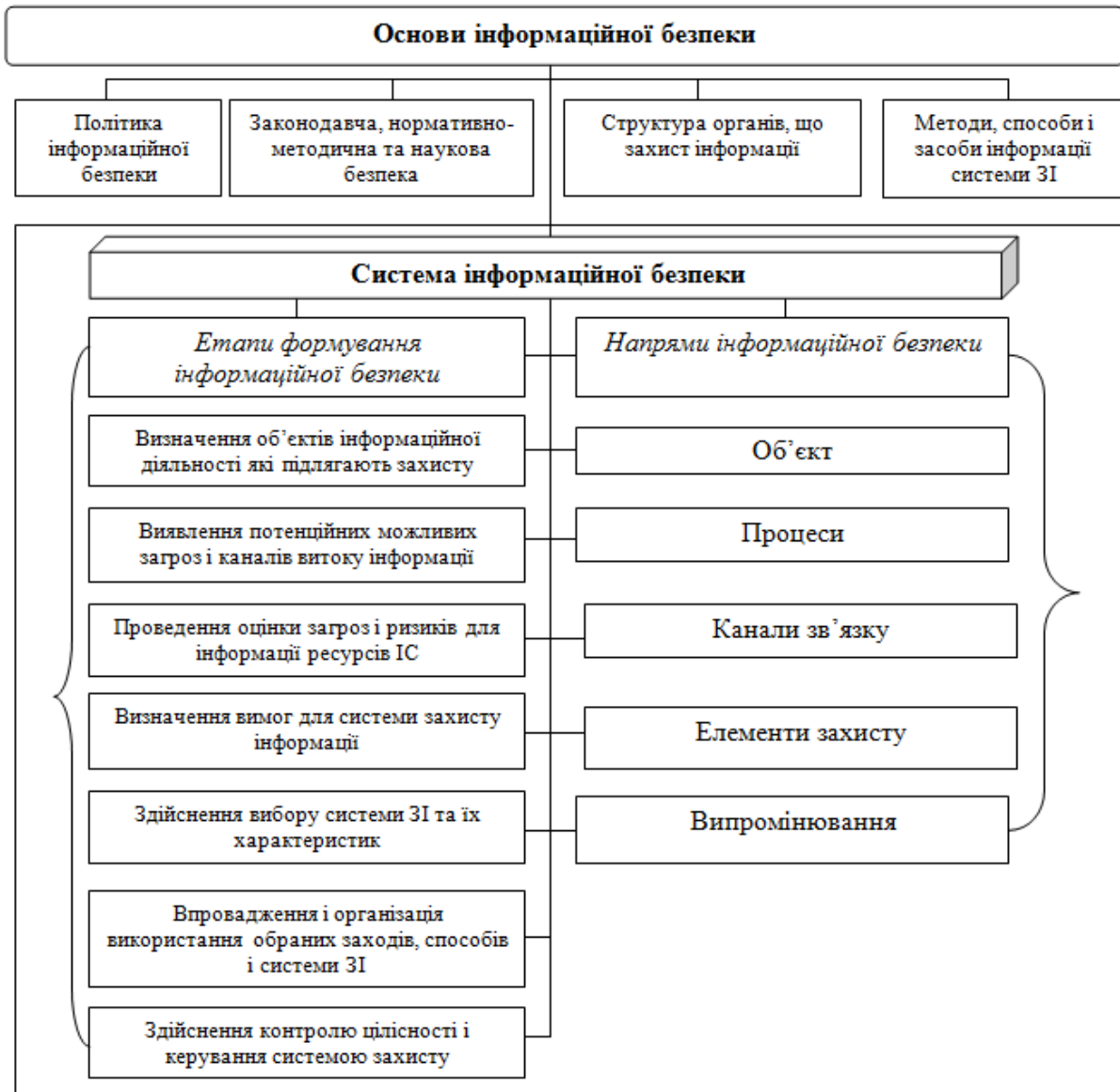


Рис. 1. Основи та етапи формування інформаційної безпеки

Стратегічне інформаційне протистояння є самостійним і принципово новим видом протистояння, здатним вирішувати конфлікт без застосування збройних сил у традиційному розумінні. Для вивчення закономірностей інформаційного протистояння та аналізу його кількісних характеристик необхідно формалізувати як поняття рівня інформаційної озброєності держави, так і механізм еволюції ресурсного потенціалу конкретної держави та вплив зовнішнього оточення [1]. В даному випадку за основу аналізу вибраний інформаційний стан України. Як базову розглянемо модель вирішення інформаційного конфлікту двох країн, яка складена на основі моделі Річардсона-Каспарова [3]. В основу моделі покладені наступні гіпотези: – у процесі

інформаційних атак кожна з двох країн прагне забезпечити зростання ефективності своєї інформаційної зброї пропорційно рівню інформаційності суперника; – економічний потенціал кожної з країн надає/обмежує вплив на темп зростання інформаційних потужностей країни; – держави ініціюють збільшення рівня інформаційних потужностей, керуючись власними прагненнями.

Введемо позначення $N_1(t)$, $N_2(t)$ рівнів інформаційних потужностей кожної з сторін конфлікту, де t -час. Тоді перераховані вище умови дії моделі можуть бути формалізовані у вигляді системи двох звичайних диференціальних рівнянь:

$$\begin{aligned} N_1 &= M_1 (L_1 - N_1) [1 - \exp(-p_1(k_1 N_1 - a_1 N_1 + g_1))] \\ N_2 &= M_2 (L_2 - N_2) [1 - \exp(-p_2(k_2 N_2 - a_2 N_2 + g_2))] \end{aligned} \quad (1)$$

де $M_1, M_2, L_1, L_2, p_1, p_2, a_1, a_2, k_1, k_2$ є позитивними коефіцієнтами, що не залежать від часу.

Параметри моделі (1) за аналогією Т. Саати [3] визначені наступним чином:

k_1, k_2 - коефіцієнти реакції на інформаційні атаки;

a_1, a_2 - показники витрат на генерацію інформаційної зброї;

g_1, g_2 - коефіцієнти претензії (агресивності), якщо вони позитивні, або коефіцієнти доброї волі, якщо вони негативні;

M_1, M_2 - вартість наявного інформаційного забезпечення;

L_1, L_2 - граничні значення рівнів інформаційних потужностей;

p_1, p_2 - коефіцієнти ступеня важливості інформаційних витрат.

Модель (1) допускає існування чотирьох особливих розв'язків, що визначають координати положень рівноваги:

Модель (1) допускає існування чотирьох особливих розв'язків, що визначають координати положень рівноваги:

$$\begin{aligned} \text{а) } N_1^p &= N_1^*, N_2^p = N_2^* & \text{б) } N_1^p &= N_1^*, N_2^p = L_2 \\ \text{в) } N_1^p &= L_1, N_2^p = N_2^* & \text{г) } N_1^p &= N_2^*, N_2^p = L_2 \end{aligned} \quad (2)$$

де N_1^*, N_2^* – є рішення системи лінійних алгебраїчних рівнянь.

Можна зробити такі висновки: кожна держава, що є частиною світового інформаційного простору, має виробити комплекс заходів для власного сталого інформаційного розвитку в умовах жорсткої конкуренції з урахуванням чинників інформаційної безпеки. Для цього необхідно: – розуміння інформаційних атак та протистояння ним; – створення програмного забезпечення протистояння інформаційним атакам; – аналіз показників інформаційних загроз з метою вдосконалення механізмів прийняття рішень в системах державного управління; – забезпечення максимального захисту від зовнішніх впливів; – аналіз стану і технічний аудит всіх засобів комунікації; – консолідація діяльності органів державної влади та ЗМІ у сфері політичного інформування суспільства для нейтралізації негативного психологічного впливу в умовах криз та конфліктів. В Україні всі види інформаційних технологій, їхнього виробництва та засоби забезпечення цих технологій становлять спеціальну сферу діяльності, розвиток якої визначається державною інформаційною політикою та Національною програмою інформатизації.

Література:

1. Арістова І.В. Діяльність органів внутрішніх справ щодо реалізації державної інформаційної політики: монографія [Текст] / І.В. Арістова. – Х.: Нац. ун-т внутр. справ, 2006. – 354 с.

2. Бондаренко В., Литвиненко О. Інформаційна безпека сучасної держави: концептуальні роздуми [Електронний ресурс] / В. Бондаренко, О. Литвиненко – Режим доступу: <http://www.crime-research.iatp.org.ua/library/strateg.htm>.

3. Саати Т.Л. Математические модели конфликтных ситуаций. – М.: «Сов. Радио», 1977. – 304 с.

ВДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯМ ЯКОСТІ У ГОТЕЛЬНОМУ БІЗНЕСІ

Бойко З.В.

к.геогр.н., доцент,

доцент кафедри туризму та готельно-ресторанної справи

Університету митної справи та фінансів

Індустрія гостинності на сьогоднішній день — це галузь економіки, що найбільш активно розвивається. І особливу увагу в цій індустрії приділяється якості послуг, що надаються. Обслуговування індустрії гостинності – це здатність задовольняти потреби гостей у повному обсязі. Це вміння співробітників готелю підтримувати доброзичливий контакт із гостем, завдяки якому у свідомості гостя складеться певне враження про готель загалом [4].

Розглянемо проблему якості послуг у готельному бізнесі та спроби усунення недоліків. Ця тема дуже актуальна, оскільки управління якістю в готельних підприємствах це дуже важливий і складний вид діяльності. Але завдяки контролю послуг, що надаються, можна отримати високі показники; підвищення обсягу наданих послуг більшій кількості споживачів; перемогу у конкурентній боротьбі з іншими готельними підприємствами. На готельному ринку Дніпра зараз спостерігається підвищення якості послуг.

За останні десятиліття вимоги та очікування гостей зросли. Це пов'язано з тим, що більшість гостей приїжджає до Дніпра з діловими цілями, які подорожують і іншими містами України і за кордон, і їм є з чим порівнювати українські готелі. Але слід зазначити, що незважаючи на підвищення якості послуг, що надаються в готелях Дніпра та інших міст, готельний бізнес в Україні, все ж таки відстає за якістю обслуговування від зарубіжних готельних підприємств [2].

Хотілося б виділити основні чинники, які впливають на якість обслуговування. Чинники, що позитивно впливають на якість обслуговування: гостинність персоналу; професіоналізм працівників; оперативність роботи; сталість якості обслуговування; атмосфера доброзичливості та взаємодопомоги в колективі; добре організований процес надання послуг. Чинники, що негативно впливають на якість обслуговування: нестача персоналу; недоліки матеріально-технічної бази; низький рівень заробітної плати [1].

Для того, щоб виявити помилки у наданні послуг, насамперед потрібно зробити повний аналіз готельного підприємства та приділити належну увагу на те, як персонал готелю контактує з гостями. Після аналізу готельного підприємства, яке також може включати анкетування та інтерв'ювання гостей, спостереження за роботою, поведінкою співробітників, можна виявити низку проблем, які потрібно вирішити. Однією з важливих проблем відставання щодо надання якісних послуг, що пропонуються українськими готелями, є чітко сформульовані стандарти обслуговування.

Завдяки впровадженню цих стандартів ми отримуємо якісне обслуговування, яке дозволить залучати все більше нових клієнтів, оперативно працювати з постійними клієнтами, також не допускати їхнього догляду та меншою мірою залежати від цінової конкуренції. Якісне обслуговування також сприятиме формуванню корпоративної культури, яка стимулюватиме співробітників готельного підприємства працювати на результат, та отримуватиме заохочення (винагороду) за свою роботу.

Для вдосконалення якості обслуговування можна провести заходи щодо професійної підготовки та підвищення кваліфікації персоналу готелю. Під час розробки програми повинні враховуватися індивідуальні особливості та проблемні точки готельного підприємства. Необхідно виводити якість обслуговування на новий рівень.

У зв'язку з цим слід звернутися до професійних компаній (тренінгових компаній), що спеціалізуються на цій проблемі.

Програма підвищення якості включає наступні тренінги:

1. Кваліфікаційні, спрямовані на підвищення кваліфікації персоналу; можливість удосконалити свої навички та вміння, необхідні для роботи.

2. Особистісні чи психологічні, які дають можливість посилити свої певні психологічні якості та властивості особистості; розвиток лідерських якостей; вміння працювати в команді. Також тренінги психологічної спрямованості дозволяють розвивати у людини стресостійкість та пристосовність до важких умов.

3. Бізнес-тренінги. Дані тренінги допоможуть отримати необхідні знання щодо вдосконалення технологій організації управління персоналом та підвищення продажів підприємства. Навчання може відбуватися як індивідуально так і у групах [3].

У висновку хотілося б відзначити, що головна конкурентна перевага будь-якого готелю – це бездоганний сервіс та домашній затишок. Важливо надавати якісні послуги, які повинні унеможливити заподіяння шкоди здоров'ю гостя та загрози його життю. Якість у сфері послуг – це насамперед почуття задоволення клієнта обслуговуванням, а якісна послуга – це послуга, що відповідає певним потребам гостя. Перше та найважливіше враження гість отримує з моменту зустрічі у готелі. Гість звертає увагу на те, як привітав його адміністратор. Чи проводив гостя адміністратор до номера. Наскільки швидко замовлення було готове або доставлене в номер, та безліч інших факторів, які в результаті впливають на підсумкову оцінку гостя за показник якості обслуговування в готелі.

Список використаних джерел:

1. Удосконалення організаційно-правового механізму управління якістю послуг у готельному господарстві. URL: https://tourlib.net/statti_ukr/bosovska.htm
2. Готелі України. URL: <https://oteli.net.ua/ukr/>
3. Шляхи вдосконалення системи якості обслуговування в готельному бізнесі на прикладі готеля «Континенталь» м. Одеса. URL: <http://dspace.oneu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/4447/1/>
4. Портер М. Конкурентна перевага. Як досягти високого результату та забезпечити його стійкість. Альпіна Бізнес Букс, 2019. 720 с.

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ВИПРАВЛЕННЯ ПЕРЕКОСУ ТЕКСТУ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ РОЗПІЗНАВАННЯ ТЕКСТУ НА ЗОБРАЖЕННЯХ

Лемешко І.С., Козакова Н.Л.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара)

Оптичне розпізнавання символів (OCR) – це технологія, яка дозволяє перетворювати відскановані документи, PDF-файли або фото в текстовий формат. Подання інформації в текстових документах є більш зручним, ніж в графічних зображеннях, адже дозволяє прискорити і спростити процес подальшої обробки документів, скоротити витрати пам'яті на зберігання і передачу інформації. Проблема використання OCR-систем полягає у тому, що не завжди проекція заданого зображення розташована нормально до точки об'єктиву, і саме зображення може мати невисоку якість і малий розмір. Отже, виникає необхідність попередньої обробки зображення.

Було розроблено алгоритм виправлення перекосу текстового блоку на зображеннях, що дозволило покращити якість розпізнавання символів OCR-системою та створено програмний додаток на мові Python в середовищі PyCharm з використанням безкоштовної бібліотеки Tesseract OCR. Для реалізації алгоритму були використані методи обробки зображень бібліотеки OpenCV. Інтерфейс користувача містить дві кнопки, які дозволяють завантажити зображення і виправити перекіс. Результати розпізнавання тексту виводяться в текстове поле.

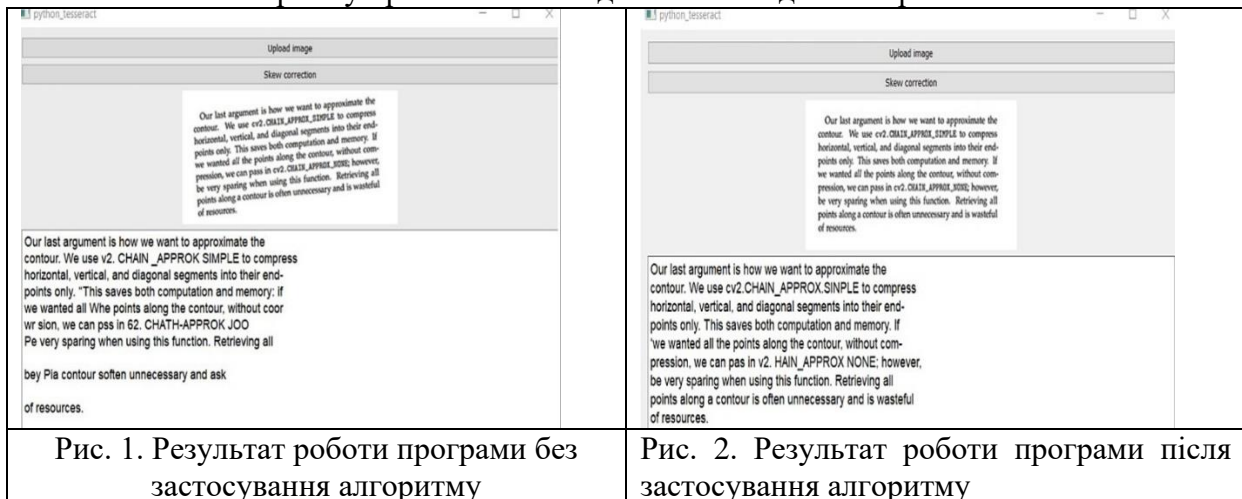
Алгоритм складається з трьох кроків:

- виявлення блоку тексту на зображенні;
- обчислення кута повороту тексту;
- обертання зображення для виправлення перекосу.

На першому кроці запропоновано виконати бінарізацію, тобто замінити колір шрифту на світлий та фону – на темний. Для бінарізації зображення застосовується функція `threshold`.

Мінімальний обмежувальний прямокутник і кут нахилу знаходимо за допомогою функції `minAreaRect`.

Робота алгоритму протестована на декількох вхідних зображеннях.



Програмний продукт може працювати з розширеннями `.jpg` або `.png` та розпізнавати текст на українській та англійській мовах.

ПОБУДОВА НЕЧІТКОЇ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ТРАВНИКОМ

О.В.Самодрига, О.В.Черницька

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Культура ведення акваріумів існує вже більше сотні років. Саме через те, що акваріум – замкнена, проста в порівнянні з реальними водними об'єктами, система, акваріумісти змогли досягти ледь не тотального контролю над ним. Було винайдено багато різноманітних приладів для полегшення життя акваріумістів. Незважаючи на зріст попиту, ринок пропонує не повне оптимальне вирішення задачі автоматизації, а лише частину. Таким чином, виникає можливість заповнити цей простір математичним апаратом управління і оптимізації для покращення життя як мешканців акваріума, так і людей.

Із усього різноманіття акваріумів було розглянуто так званий травник – це акваріум ємністю від 70л. призначений для нехижких риб невеликих розмірів, які не риють ґрунт. Травники засаджені великою кількістю рослин і водоростей. Особливістю даного виду акваріума є необхідність у постійному додаванні добрив.

Була поставлена задача побудувати нечітку модель управління таким акваріумом для стабілізації біохімічних процесів таким чином, щоби задовольнити необхідні потреби як риб, так і рослин. Зокрема така система має забезпечувати стабільний та нешкідливий азотний цикл.

Риби в акваріумі в процесі життя, рослини в процесі гниття, залишки риб виробляють аміак і амоній (NH_3 і NH_4^+), які при високих концентраціях можуть привести до удушення риб. Якесь кількість цих сполук завдяки колоніям бактерій з часом переробляється в менш шкідливі нітрити (NO_2^-). Деяка частина нітритів в свою чергу переробляється іншими корисними бактеріями у нітрати (NO_3^-), які частково поглинаються рослинами. Але не перероблені азотні сполуки лишаються в акваріумі, через що якусь частину води необхідно замінити на іншу, чисту воду. За залишками усіх цих речовин необхідно слідкувати і дотримуватись їх деяких стабільних пропорцій. Описаний процес називається азотним циклом.

Було побудовано модель управління травником. Для цього було розглянуто багато різних чинників впливу на систему, сформульовано основні правила регулювання різних показників. Було описано якими змінними керується система управління, терм-множини і необхідні функції приналежності. Окрім стабільного нешкідливого азотного циклу система забезпечує

- 1) необхідну, постійну температуру води,
- 2) достатній рівень вуглекислого газу (CO_2) і кисню (O_2) у воді,
- 3) необхідну, постійну пропорцію нітратів до фосфатів ($\text{NO}_3^-/\text{PO}_4$),
- 4) необхідні параметри води: вміст калію (K), заліза (Fe) тощо.

Результати може бути спрощено або, навпаки, ускладнено, виходячи з потреб інших акваріумів. Так, наприклад, акваріум без великої кількості рослин (принципово не травник) не потребує додавання добрив і подачі вуглекислого газу, система спрощується.

Література

1. Техническая коллекция Schneider Electric. Выпуск №31. Нечеткая логика. 2009. 28 с.
2. Основи акваріумістики: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Вінниця, 2020. 233 с.

MODELING OF THE OPTIMAL PLACEMENT OF SOCIAL ASSISTANCE POINTS DURING THE WAR

V.O. Stroieva, O.M. Syanov, A.R. Kosenko

Dniprovsky State Technical University

During the war in Ukraine, there is the energy infrastructure destruction and damage throughout the country's territory. This causes many problems related to the lack of heating, communication, the ability to buy basic food, etc. In such a tough time for our country, the task of organizing points for providing the necessary social assistance becomes urgent. Such points should primarily provide heating for all willing citizens, as well as, if necessary, food and primary medical care.

The territory of the right bank of the Kamianske city was considered as a model, where it is necessary to place several equipped social assistance points (SAP) in order to optimally meet the demand of the city's residents for social services: heating, medical care, food. Taking into account different types of SAP, the given problem of placement-partitioning is reduced to a continuous nonlinear multiproduct problem of optimal partitioning of a set into subsets with placement of their centers under constraints.

The study considered the cases of evenly distributed demand of residents for SAP services and unevenly distributed, if in each district of the city the demand is equal to the average population density of this district, taking into account industrial zones and uninhabited areas.

The analysis of the obtained results proves the work adequacy of the developed algorithms, namely, it allows us to say that for each SAP the power obtained by the solution algorithms does not exceed the sum of the specified SAP capacities.

The obtained optimal capacities of the SAP points, which in each of the problems meet the restrictions in the form of equalities and are equal to the given values. The number of iterations in problems with uneven demand for SAP services is greater than the number of iterations obtained when solving the relevant problems with even demand. The optimal value of the functionals of direct and dual problems with placed SAPs is greater than the relevant values in the case with the condition of placing SAPs.

The presented results are the consequence of long-term scientific research of the modern problems of social processes optimal management, which were aimed at promoting the efficiency of the budget funds use, ensuring quality education and timely medical care; proper, accessible and prompt service to every resident by state administrative bodies, but the unfortunate war made its corrections.

Therefore, the carried out work proves the effectiveness and necessity of involving science in the solution of the urgent problems that the tough and tragic present gives to us, because solving the problems of managing social processes in the conditions of war ensures the improvement of the civilian population life quality, sometimes even its survival, and brings our country closer to undisputed and great victory.

РАДІОФІЗИЧНІ ТА КІБЕРФІЗИЧНІ СИСТЕМИ БЛИЖНЬОЇ ВЗАЄМОДІЇ В УМОВАХ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ

Ю.С.Тарасенко, Н.І.Максимчук

Університет митної справи та фінансів

Обґрунтовано вважають, що навіть в умовах збільшення інтенсивності діджиталізації, - активного використання цифрових технологій у суспільстві, при оптимізації систем відстеження трафіка, наприклад в умовах «Розумного міста», неможливо обійтися без відповідних систем управління та безпеки. У склад останніх, враховуючи навіть можливість індивідуального використання на транспорті сучасних радарів «сліпих зон» (РСЗ), входять камери спостереження і дороговартісний інструментарій. У рамках останнього акцентувалася увага на тому [1], що одночасне використання оптичної та радіолокаційної технологій (ближньої та/або нелінійної) дозволяє значно підвищити його (трафіка) транспортну безпеку. Нажаль, незалежно від актуальності розглядової теми та способів технічної реалізації, складно априорі оцінити супутню економічну (і не тільки) доцільність в умовах неоднозначної поведінки навколишнього середовища у процесі отримання, обробки, зберігання та передачі інформації навіть по задекларованим сегментам у вигляді «блискучих точок» (БТ) [2]

вдзовж запланованого маршруту. Також є очевидним, що навіть не дивлячись на додаткові витрати, саме з їх (БТ) допомогою можливо і доцільно збільшення безпеки переміщення транспорту вдзовж конкретної траси, по якій і варто встановлювати, наприклад, найпростіші кутові перевідбивачі, що забезпечують високий рівень зворотнього розсіювання.

Досвід сучасного використання безпілотних літаючих апаратів (у побуті - дронів), експлуатація яких неможлива без радіофізичного (радіолокаційного та кіберфізичного) інструментарію, вказує на можливість впровадження таких передових технологій навіть у системи, наприклад, відстеження трафіку в звичайних умовах міського транспорту при використанні, перед усім, електротранспорту. У останньому випадку завжди відомим є його (транспорту) маршрут слідування, вдзовж якого встановлено опори, за допомогою яких подається відповідне електроживлення. Фактично з їх (опор) допомогою не складно забезпечити надійну реалізацію БТ вдзовж маршруту слідування, що апріорі також сприяє реалізації високого рівня безпечної експлуатації транспорту навіть у зонах активних електромагнітних завад, джерелами яких є об'єкти індустрії і сучасних засобів, як цифрових, так і інноваційних комунікаційних технологій.

До розглянутих зовнішніх факторів забезпечення і підвищення надійності та безпеки експлуатації електротранспорту слід долучити і його внутрішній інструментарій у вигляді прототипу, що використовується при навігації дронів, у основі життєдіяльності якого використовують кіберфізичні системи (КФС). Значною особливістю останніх є наявність інженерно-взаємодіючих мереж з фізичними та обчислювальними компонентами, - тобто через комп'ютерні мережі і вбудовані контролери забезпечується (автономно або за участю людини) управління фізичними процесами за допомогою реалізації зворотних зв'язків [1,3]. Варто відмітити, що на даний момент КФС стрімко проникають в усі сфери діяльності людини. Основою же розроблення різних моделей кіберфізичних систем є наявність засобів вимірювання (ЗВ) та їх програмного забезпечення, де ЗВ необхідні як для контролю параметрів технологічних процесів, так і для аналізу навколишнього середовища.

У нашому випадку безпосередньо сама система навігації може бути значно спрощена, оскільки при її реалізації може бути відсутньою потреба визначення локації транспорту, у процесі якої використовують або оптичний, або радіолокаційний парк ближньої взаємодії. При цьому «больові точки» некомпенсованих зовнішніх активних чи пасивних завад можуть бути легко усуненими шляхом встановлення не складного блоку оптимальної фільтрації (БОФ) для сигналу, що був перевипромінений від засобу БТ, реалізація якого (сигналу) бажана з використанням шумоподібної модуляції. Остання є досить непоганою з точки зору оптимізації відношення корисного сигналу до будь-якого «паразитного», у тому числі активному чи шумоподібному електромагнітному впливу. Як правило, кінцевим пристроєм БОФ може бути найпростіший пороговий пристрій, рівень спрацювання (РС) якого обирають відповідно до критеріїв Неймана-Пірсона або ідеального спостерігача. У основі цих критеріїв закладена оцінка відношення правдоподібності відносно ймовірностей реалізації прийнятого сигналу до його опорного рівня. Причому безпосередньо рівень спрацювання апріорі обирають за заданими ймовірностями або ідеального спостерігача, або ж хибної тривоги. Тому цей РС підбирають експериментально та остаточно встановлюють після проведення випробувальних заходів конкретного транспорту, в інструментарій якого вже конструктивно внесені елементи конкретної радіофізичної системи.

Виходячи з цього, у разі реалізації вимог «Розумного міста», такі радіофізичні системи доцільно доукомплектувати інтелектуальними елементами, які, як відмічено

вище, добре зарекомендували себе у вигляді кіберфізичних систем.

Таким чином, використовуючи сферу діджиталізації, можливою є оптимізація забезпечення безпеки транспортної логістики. Зокрема за допомогою радіофізичних та кіберфізичних систем забезпечується (на прикладі електротранспорту в умовах реалізації принципу невизначеності засобів вимірювання та їх програмного забезпечення [4]) достовірність необхідних вимірювань. Окрім цього, полегшується як сам процес аналізу супутніх інформаційних сигналів, так і забезпечується підвищення (принаймні не погіршення) рівня завадостійкості цих сигналів у режимах прийому-передачі і наступної аналогової чи цифрової комп'ютерної обробки, що не менш важливе при реалізації технології «Розумного міста».

Література

1. Тарасенко Ю.С., Клим В.Ю. Кіберфізичні системи об'єктів критичної інфраструктури в умовах діджиталізації. Міжнародна науково-практична конференція «Економіко-правові та соціально-технічні напрями еволюції цифрового суспільства». Секц. «Інформаційні та транспортні технології: вектори розвитку та актуальні проблеми діджиталізації» 02 червня 2022 р., м. Дніпро.
2. Тарасенко, Ю.С. Фізичні основи радіолокації [Текст]: навч. посіб. / Ю.С.Тарасенко. – Д.: Вид-во «Пороги», 2011.– 487 с.
3. Кіберфізичні системи та їх програмне забезпечення / Ван Чунжі, С. П. Яцишин, О. В. Лиса, А.-В. В. Мідик // Вимірювальна техніка та метрологія: міжвідомчий науково-технічний збірник. — Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. Том 79. № 1. С. 34–38.
4. Тарасенко Ю.С., Соляніков В.Г. Інформаційні системи з позицій забезпечення надійності та невизначеності вимірювань. Збірник матеріалів міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Інноваційні технології, моделі управління кібербезпекою - «ІТМК-2021», Дніпро, 14 – 16 квітня 2021 р. С. 29-30.

ЗАСТОСУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ В УПРАВЛІННІ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВА

Нестеренко Г. І.¹, Музикін М. І.², Стрелко О. Г.³

¹*Український державний університет науки і технологій*

²*Університет митної справи та фінансів*

³*Державний університет інфраструктури та технологій*

Найефективнішим методом скорочення витрат є застосування автоматизованих інформаційних систем, нових технологій та обладнання, які дають можливість оптимізувати і раціоналізувати управлінські функції на кожному етапі транспортно-складського процесу на підприємстві.

Використання сучасних програмних продуктів дає змогу суттєво підвищити оперативність прийняття управлінських рішень і їх якість, сприяють своєчасній ідентифікації потенційних проблем і незапланованих відхилень по усій довжині логістичного ланцюга. Одним із важливих аспектів застосування автоматизації є їх реалізація в умовах складських операцій, що дозволяє покращити якість технологічних

процесів і забезпечити чіткі і виважені рішення. Це дає підстави стверджувати, що фінансування процесів, пов'язаних з автоматизацією і використання новітніх програмних рішень, продуктів, технологій і обладнання є запорукою підвищення ефективності транспортно-складської діяльності підприємства.

Ефективна логістична діяльність на підприємстві не можлива без тісної координації між його функціональними підрозділами. Різноманітність особливостей підприємств і конкретних проблем, що стоять перед ними, потребує детермінантного підходу до існуючих варіантів управління матеріальним потоком. Це залежить від характеру продукції, яку випускають, матеріалоемності виробництва, кількості споживачів, каналів розподілу та т. і. Сьогодні на багатьох підприємствах логістична функція "розчиняється" в інших службах. При цьому цілі цих підрозділів не завжди співпадають з цілями раціональної організації сукупного матеріального потоку, що проходить через підприємство. За таких умов концепція логістики передбачає передачу відповідальності за управління матеріальним потоком одному інтегрованому підрозділу.

Контроль і управління транспортними, а також складськими витратами є функцією, яка реалізується службою логістики спільно із службою фінансів. Для логістів необхідні достовірні дані щодо цін і витрат, з якими вони працюють. У свою чергу працівники фінансового підрозділу потребують від логістів інформації щодо руху відвантаженої продукції, витрат, які планують на реалізацію логістичних проектів. У цьому зв'язку контроль і управління витратами на виконання вказаних функцій логістичний відділ здійснює спільно із фінансовим підрозділом. Оскільки рішення, що приймаються логістичною службою щодо розподілення, повинні бути підкріплені даними про ціни і витрати, співробітники фінансової служб, прогнозуючи рух грошової маси, потребують інформації про рух відвантаженої продукції.

СЕКЦІЯ 3
ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ

**MANAGEMENT OF INDEPENDENT WORK OF HIGHER EDUCATION
APPLICANTS IN THE CONDITIONS OF DISTANCE LEARNING**

P.Steblyanko¹, T.Krylova²

*The S.P. Timoshenko Institute of Mechanics of the NASU¹
Dniprovskiy State Technical University²*

The main thing in the strategic line of the independent work of students organization is to create conditions for high activity, independence and responsibility of students in and out of the classroom in the course of all types of educational activities. The organization of the independent work of students should represent the unity of three interrelated forms:

- 1) extracurricular independent work,
- 2) classroom independent work under the guidance of a teacher,
- 3) creative, including research work.

In the conditions of distance learning in particular mathematics, the acquired knowledge and skills are used in the development of new material. On the portal of the department, faculty or university are exhibited: 1) the text of lectures, 2) educational tasks, 3) examples of solving typical problems.

Students must send the teacher answers to the questions of their variant of tasks on time. Communication of students with teachers takes place online and once a week directly with the teacher in compliance with all standards of communication safety.

ТРАДИЦІЙНІ ТА НЕТРАДИЦІЙНІ МЕТОДИ ПЕДАГОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ

Т. Крилова

Дніпровський державний технічний університет

Педагогічний контроль виконує наступні функції в педагогічному процесі: оціночну, стимулюючу, розвивальну, навчальну, діагностичну, виховну та інші.

Процес контролю – це одна з найбільш трудомістких і відповідальних операцій у навчанні, яка пов'язана з гострими психологічними ситуаціями як для викладачів, так і для тих, хто навчається.

В педагогічному процесі розрізняють декілька видів контролю: попередній, поточний, тематичний, рубіжний, стоговий, випускний.

Система контролю – це іспити, заліки, усне опитування, контрольні роботи, колоквиуми, реферати, семінари, лабораторні роботи, звіти з виробничої практики.

Вибір форм контролю залежить від цілі, змісту, методів, часу та місця.

Методи діагностування тих, хто навчається, мають деякі недоліки, а саме:

- неспівпадіння вимог різних викладачів,
- різниця у професійній кваліфікації,
- завантаженість викладачів при перевірці знань великої кількості студентів,
- можлива не безпристрасність викладача до оцінки відповідей деяких студентів

- за психологічними або іншими причинами,
- труднощі, що пов'язані зі специфікою традиційної форми перевірки знань,
- труднощі, що пов'язані з поведінкою студентів: використання шпаргалок, списування, «взаємна допомога», на екзамені тощо,
- відсутність об'єктивних критеріїв та ефективних механізмів порівняння результатів навчання.

Перелічені недоліки можна в деякій мірі вирішити, використовуючи таку форму контролю, як тестування.

МОТИВАЦІЯ УЧІННЯ СТУДЕНТІВ

Т. Крилова

Дніпровський державний технічний університет

Однією з найбільш актуальних проблем сучасної освіти є побудова такого процесу навчання, який міг би бути основою формування мотиваційної сфери учнів і студентів.

У зв'язку з цим виникають суперечності:

- 1) між існуючим станом мотивації учіння у студентів і сучасними вимогами до їх учбової активності,
- 2) між потребами практики в науково-обґрунтованих рекомендаціях по керуванню мотиваційною сферою студентів і відсутністю для цього науково-психологічних знань.

Термін «мотивація» використовується в сучасній психології у двоякому розумінні:

- як визначення системи факторів, детермінуючих поведінку (потреби, мотиви, цілі, наміри, прагнення та ін.),
- як характеристика процесу, який стимулює поведінкову активність на певному рівні.

При аналізі мотивації навчальної діяльності визначається домінуючий спонукач (мотив) та облік всієї структури мотиваційної сфери людини.

Виділяються різні види мотивів навчальної діяльності. Одні з них є основними, ведучими, інші – другорядними, побічними.

До видів мотивів відносять пізнавальні і соціальні мотиви. Ці мотиви проходять в своєму становленні наступні етапи:

- актуалізація первинних мотивів,
- постановка на основі цих мотивів нових цілей,
- позитивне підкріплення мотиву при реалізації цих цілей,
- поява на цій основі нових мотивів,
- супідрядність різних мотивів.

Поняття мотив тісно пов'язане з поняттями мета і потреба. Разом вони отримали назву мотиваційна сфера (потреби, інтереси, цілі, стимули, мотиви, схильності, установки).

Структура мотиваційної сфери людини в процесі життєдіяльності проходить етапи формування і становлення. Формування є складним процесом, що відбувається під впливом своєї внутрішньої роботи та під впливом зовнішніх чинників навколишнього його середовища.

ОСОБЛИВОСТІ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ МОЛОДШИХ КУРСІВ НА КАФЕДРАХ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ УНІВЕРСИТЕТІВ УКРАЇНИ

Ю.А. Мейш, д.т.н., проф.,
Національний транспортний університет, м. Київ
М.О. Бєлова, к.ф.-м.н., доц.
Державний торговельно-економічний університет, м. Київ

Сучасні умови надання освітніх послуг в Україні в умовах воєнного стану можна охарактеризувати інтенсивним пошуком нових та нестандартних підходів до навчання, інноваційних форм організації освітнього процесу, ефективних інформаційних технологій та швидких педагогічних рішень, що вимагають від вищих навчальних закладів вдосконалення наукової діяльності студентів у процесі професійної підготовки фахівців з вищою освітою, застосування нових методичних підходів, позитивних стимулів та форм організації навчання, впровадження передового світового досвіду в роботу зі здобувачами освіти.

Хоча дисципліни математичного циклу є профілюючими не для всіх спеціальностей вищої школи, математичну освіту необхідно розглядати як одну з найважливіших складових в системі базової підготовки сучасного фахівця-науковця (економіста, менеджера, програміста та ін.). Для чого вивчається математика? Математика є засобом формування логічної та практичної складових мислення, а також універсальним інструментом, що дозволяє вивчати та описувати оточуюче нас середовище. В більшості навчальних планів математичні дисципліни, а саме «Вища математика» вивчаються на молодших курсах університету. Тому дуже важливим, з першого курсу навчання в університеті, є залучення студентів до проведення математичних досліджень, заохочувати до самостійних пошуків, формувати фундаментальні знання та вміння, що допоможуть у оволодінні спеціальністю та досягненню професіоналізму [1]. При вивченні вищої математики можна виділити такі основні напрями науково-дослідницької діяльності: застосування елементів наукового дослідження у навчальній роботі під час роботи зі студентами в змішаній формі (аудиторні або дистанційні заняття); науково-дослідницька робота студентів в науковому гуртку; залучення студентів до участі в наукових семінарах, дискусійних клубах, конкурсах, олімпіадах, конференціях.

Форми стимулювання в мотивації студента до науково-дослідницької діяльності займають особливе місце. Такими формами можуть бути: подання кращих робіт на всеукраїнські та міжнародні конкурси; участь в різноманітних конференціях; висунення на конкурсній основі кращих студентів на отримання іменних державних стипендій (стипендія Президента України, Стипендія Верховної Ради та ін.), стипендій різних фондів та організацій. За участь в математичних олімпіадах та конференціях студенти отримують додаткові бали під час семестрового оцінювання. Вивчання досвіду організації науково-дослідницької роботи в українських та зарубіжних закладах вищої освіти дає можливість для удосконалення цього процесу в на кафедрах вищої математики. Незважаючи на складні умови сьогодення, інноваційна та науково-дослідна діяльність в системі вищої освіти продовжується і розвивається.

Література:

1. Бєлова М.О., Карташова С.С. До питання формування професійних компетентностей при вивчанні курсу вищої та прикладної математики. */Наукові записки. Серія: Педагогічні науки: зб.наук.пр. Бердянськ: БДПУ. 2021. № 2. С.159–167.*

ПОЄДНАННЯ ТРАДИЦІЙНИХ І НЕТРАДИЦІЙНИХ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ СТУДЕНТІВ ТЕХНІЧНИХ УНІВЕРСИТЕТІВ

Волосова Н.М.

Дніпровський державний технічний університет

Однією з головних задач викладача є підвищення якості навчання і створення умов та можливостей для набуття здобувачами освіти необхідних компетентностей та навичок. Досягненню даної мети сприяє поєднання на заняттях традиційних форм та методів разом з нетрадиційними підходами. До традиційних методів і форм навчання математичних дисциплін відносять лекції, практичні заняття, самостійну роботу студентів, консультації, заліки, іспити. Названі традиційні підходи є основою передачі знань та їх перевірки і контролю. Але нетрадиційні методи і підходи в більшій мірі викликають допитливість здобувачів освіти, розвивають їх індивідуальні здібності, формують креативність та критичне мислення, сприяють діалогу між викладачем і студентами, виявленню нових напрямків застосування певних тем і задач.

Серед нетрадиційних форм проведення лекційних занять є:

- лекції вивчення нової теми у формі анонсів досліджень та банків ідей;
- творчі лекції у вигляді конкурсу прикладних задач за темою, що вивчається;
- лекції систематизації та узагальнення знань у формі лекцій-конференцій, лекцій-подорожей (за темою чи розділом), лекцій однієї задачі (за даними задачі визначити всі можливі факти і запропонувати застосування отриманих результатів).

Завдання налагодження міжпредметних зв'язків можна реалізувати на інтегрованих лекціях.

Нетрадиційними методами проведення практичних занять є:

- практичні заняття у формі розв'язання дослідницьких та прикладних задач за фахом здобувачів;
- практичні заняття - естафети задач з певного напрямку між командами;
- інтегровані практичні заняття в комп'ютерному класі з відпрацюванням можливостей оптимізації розрахунків за допомогою програм символічної математики Mathcad, Maple, MatLab та інших.

Використання під час занять мультимедійних технологій дозволяє зробити лекційні і практичні заняття більш інформативними, насиченими візуалізаціями, що збільшує відсоток сприйняття і усвідомлення поданого матеріалу та якість його запам'ятовування.

При навчанні здобувачів освіти прискореної форми навчання, що вивчали вищу математику в коледжі, знайомі з основами інформаційних систем і технологій, а також мають певні знання з фахових дисциплін гарні результати показали інтегровані практичні заняття з декількох дисциплін. Наприклад, при вивченні теми «Системи лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР)» здобувачами освіти економічних спеціальностей на дисципліні «Вища та прикладна математика» на практичних заняттях з дисципліни «Інформаційні системи і технології» розглядаються методи їх розв'язування в системі символічної математики Mathcad та в ЕТ Excel. В свою чергу, акцентується увага, що саме СЛАР є моделями багатьох економічних задач і на

інтегрованому практичному занятті розглядаються конкретні задачі лінійного програмування для отримання оптимального розподілу.

Потребу в розробці та реалізації нестандартних методів і форм навчання викликали сучасні реалії, пов'язані з дистанційними умовами навчання в синхронному або асинхронному режимі, змішаними формами навчання. В процесі дослідження були розроблені і впроваджені в навчальний процес методичні кейси за темами робочих програм з дисциплін «Вища та прикладна математика», «Комп'ютерна дискретна математика», «Інформаційні системи і технології», «Комп'ютерні методи і засоби розв'язання інженерних задач». Кожний методичний кейс містить конспект лекцій, конспект практичних занять, завдання для самостійної роботи, комплекти різнорівневих завдань та тестів, прикладних задач за напрямом навчання здобувачів освіти.

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ПРОЦЕСІВ МІСЦЕВОЇ ТЕРМООБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ КОНСТРУКЦІЙ ПІСЛЯ ЕЛЕКТРОШЛАКОВОГО ЗВАРЮВАННЯ

Д.В. Вернигора, І.К. Карімов
Дніпровський державний технічний університет

Термічна обробка великогабаритних конструкцій, виготовлених методом електрошлакового зварювання, є обов'язковим етапом технологічного процесу. Вона може проводитися шляхом нагріву всього виробу в термічних печах або шляхом місцевого нагріву певної зони навколо зварювального шва. Організація термообробки за другим варіантом дає можливість відмовитися від будівництва і експлуатації печей великих розмірів, забезпечує значну економію енергоресурсів, сприяє раціональному використанню виробничої площі підприємства для інших технологічних цілей [1,2].

Місцева термічна обробка має суттєві відмінності від добре вивчених процесів термообробки в термічних печах. Характерною її особливістю є складний характер умов теплообміну, які змінюються як в просторі, так і в часі. В залежності від пристроїв, які забезпечують проведення термічної обробки, використовується двохзонна або трьохзонна схеми місцевої термообробки [2,3]. В першому випадку на поверхні виробу, що підлягає термічній обробці, виділяють зону підведення теплоти і зону охолодження навколишнім середовищем. В другому випадку між вказаними зонами є ще зона ізоляції, в якій виріб не нагрівається і не охолоджується. Останній випадок характерний для проведення термічної обробки в газових печах. При цьому перша зона відповідає частині виробу, яка знаходиться всередині печі; друга зона – частині, яка перебуває в контакті з футеровкою печі (умови теплообміну вважаються адіабатними); третя – тій частині виробу, яка знаходиться поза межами теплотехнічного обладнання, в умовах охолодження поверхні оточуючим середовищем.

Процеси місцевої термообробки характеризуються великою різноманітністю як за формою виробів, так і за режимами проведення термообробки, що потребує подальших досліджень для аналізу впливу окремих конструктивних та режимних параметрів.

З врахуванням особливостей місцевої термообробки побудований комплекс математичних моделей в рамках двохзонної та трьохзонної схем проведення процесу. В моделях враховується нелінійний характер як внутрішнього, так і зовнішнього

теплообміну. Для завдання умов зовнішнього теплообміну використовуються класичні варіанти (стала щільність теплового потоку, закон Ньютона – Ріхмана, закон Стефана - Больцмана) та різні їх комбінації, причому закони теплопідведення змінюються в часі відповідно до режиму термічної обробки.

Складність умов зовнішнього теплообміну та нелінійний характер внутрішнього теплообміну передбачає, що моделі в подальшому будуть реалізовані за допомогою чисельних методів.

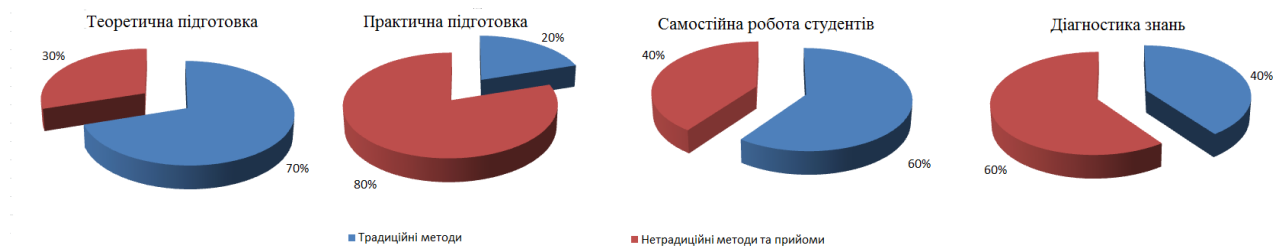
Література

1. Винокуров В. А. Отпуск сварных конструкций для снижения напряжений / В. А. Винокуров. - М. : Машиностроение, 1973. - 215 с.
2. Манусов И.Н. Местная термическая обработка крупногабаритных сварных изделий в тяжелом машиностроении: Обзор/ И.Н. Манусов, Н.М. Беляев.- М: ЦНИИТЭИтяжмаш, 1985.- 24 с.
3. Манусов И.Н. Моделирование теплового состояния крупногабаритных изделий при местном нагреве/ И.Н. Манусов, И.К. Каримов // Теплофизические процессы в энергетических установках – Минск, 1982. - С.119-123.

ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ «КОМП'ЮТЕРНІ МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ ЗАДАЧ» З ВИКОРИСТАННЯМ НЕТРАДИЦІЙНИХ МЕТОДІВ І ПРИЙОМІВ

І.К. Карімов, Г.І. Карімов
Дніпровський державний технічний університет

В Дніпровському державному технічному університеті (ДДТУ) протягом останніх років проводилася цілеспрямована робота по удосконаленню базової комп'ютерної підготовки здобувачів вищої технічної освіти [1]. Основний напрямок цієї роботи знайшов відображення вже в зміні базової дисципліни: замість традиційних дисциплін типу «Інформатика, ЕОМ та програмування» в освітньо-професійні програми більшості технічних спеціальностей була введена дисципліна «Комп'ютерні методи та засоби розв'язання інженерних задач» [2]. Як витікає з назви, мова йде про комп'ютерно орієнтовані методи та прийоми розв'язання задач з області майбутньої фахової діяльності здобувача освіти та конкретні програмні засоби, за допомогою яких вони реалізуються. Такий підхід до базової комп'ютерної підготовки пов'язаний з необхідністю поєднання традиційних методів навчання з нетрадиційними методами та прийомами. Орієнтовні пропорції такого поєднання відображені нижче.



В процесі теоретичної підготовки використовуються традиційні методи (класичні лекції) та нетрадиційні прийоми (інтерактивні лекції, лекції-візуалізації, лекції з заздалегідь запланованими помилками тощо).

Практична підготовка окрім класичних практичних занять передбачає застосування технологічного підходу та активне використання пакетів прикладних програм для розв'язання квазіпрофесійних завдань. Суть технологічного підходу полягає в зведенні до розумного мінімуму теоретичної частини і перенесенні основного акценту на технологію вирішення типових задач, включаючи змістовну постановку проблеми, побудову логічної та математичної моделі, методику застосування конкретних програмних засобів для реалізації моделей, інтерпретацію одержаних результатів [1]. Суттєвим моментом при цьому є розв'язання квазіпрофесійних завдань, тобто завдань, постановка та інтерпретація результатів яких характерна для майбутньої професійної діяльності здобувачів освіти.

В процесі самостійної роботи студенти традиційно опрацьовують теоретичний матеріал за допомогою навчальної літератури. До нетрадиційних методів та прийомів при цьому слід віднести дистанційне супроводження самостійної роботи викладачем, консультації та обговорення он-лайн.

Діагностика знань передбачає проведення традиційного іспиту/заліку відповідно до заздалегідь оприлюднених білетів, а також нетрадиційні прийоми - поточне та підсумкове комп'ютерне тестування он-лайн.

Література

1. Карімов І.К. Комп'ютерні технології в навчальному процесі технічного університету: монографія /І.К. Карімов, Г.І. Карімов. –Кам'янське : ДДТУ, 2020. –168 с.
2. Карімов І.К. Комп'ютерні методи та засоби розв'язання інженерних задач: навч. посібник / І.К. Карімов. – Кам'янське: ДДТУ, 2017. – 283 с.

СУЧАСНІ ОСВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКЛАДАННЯ МАТЕМАТИКИ У ВИЩІЙ ТЕХНІЧНІЙ ШКОЛІ

Худа Ж.В., Тонконог Є.А.

Дніпровський державний технічний університет

Останнє десятиріччя у житті вищої школи можна охарактеризувати як час постійного реформування тих чи інших сторін її діяльності, в одних випадках – реформування досить масштабного та болючого, в інших – менш помітного впливу, який суттєво змінює характер всього освітнього процесу, у тому числі процесу освоєння математичних дисциплін. У рамках модернізації вищої освіти, що проводиться в країні, надзвичайно актуальним стало питання про використання інноваційних освітніх технологій у процесі навчання у вищій школі.

На даний момент існує ціла низка методів, які пропонується застосовувати в процесі навчання у ВНЗ, крім традиційних форм проведення лекцій та практичних занять: це тренінг, дебати, кейс-стаді, ділова гра, круглий стіл, мозковий штурм та інші прийоми. Щоб впровадження цих методів у викладання не носило виключно розважального характеру, важливим є виважений підхід до застосування всіх форм навчання – як «традиційних», так і «нетрадиційних», і предметне обговорення умов і рамок застосування цих методів. Таким чином, питання про співвідношення традиційних та інноваційних методів викладання у вищій школі залишається дуже актуальним.

Серед головних проблем, з якими стикаються останніми роками викладачі математичних дисциплін, працюючи на молодших курсах, слід назвати, по-перше, падіння базового рівня знань, з яким студенти приступають до вивчення математичних

дисциплін і, по-друге, втрату навичок логічного мислення. Якщо кілька років тому для отримання відмінної оцінки з математики на іспиті студенту технічної спеціальності потрібно було вміння доводити хоча б нескладні твердження, то зараз виникає питання: чи варто взагалі включати доведення в курс, що викладається, якщо переважна більшість студентів не в змозі вибудувати найпростіший ланцюжок логічних висновків? Більше того, практика показує, що за втратою здатності доводити твердження студенти втрачають здатність навіть просто грамотно сформулювати твердження, чи дати визначення. У результаті навчання математиці у вузі зводиться до вивчення різних прийомів розв'язання конкретних прикладів навчального характеру, оскільки студенти не готові до вирішення завдань вищого рівня. При цьому відбувається спрощення змісту самого предмета математики та втрата ним найважливішої його функції – формування та розвитку логічного мислення. Таким чином, багато студентів сприймають математичні дисципліни в університеті як набір правил для вирішення типових прикладів, які потрібно механічно запам'ятати.

Чи можливо виправити, чи хоча б покращити описану ситуацію шляхом використання нових освітніх технологій у викладанні математики? І які саме сучасні освітні методики доречно застосовувати до вивчення математичних дисциплін? Очевидно, прийнятні форми проведення занять з дисципліни значною мірою визначаються характером самої дисципліни. Якщо використання таких форм, як дебати, ділова гра або кейс-стаді, цілком доречне для дисциплін гуманітарного чи економічного циклу, то навряд чи воно доречне щодо математичних дисциплін. Так, наприклад, одним із найбільш популярних інтерактивних методів організації професійної підготовки у закордонних вишах є кейс-метод. У Гарвардській школі бізнесу, наприклад, роботі з кейсами приділяється до 90% навчального часу. За кордоном є науково-методичні центри, наприклад Національний центр дослідження кейс-навчання у науці (NSF) Університету Буффало (Нью-Йорк, США), в яких проводяться систематичні дослідження, присвячені кейс-методу, зібрані багаті колекції освітніх кейсів. Насамперед кейс-метод застосовується для навчання у сфері бізнесу, а також використовується як професійний тренінг для організації роботи зі студентами юридичних, економічних, психологічних спеціальностей. Він є особливою формою навчання на основі обговорення у групі студентів складної та часто неоднозначної реальної професійної ситуації. Очевидно, вивчення математичних дисциплін студентами технічних спеціальностей за допомогою цього методу буде недоречним.

Зауважимо, деякі елементи сучасних освітніх технологій, такі як інтерактивний характер проведення заняття чи елементи «мозкового штурму», де-факто вже давно використовуються під час читання лекцій і особливо під час проведення практичних занять з математики. На нашу думку, саме на посилення інтерактивної складової традиційних форм викладання – лекції та практичного заняття і потрібно звернути увагу, насамперед щодо дисциплін математичного циклу. Для цього необхідно позбавлятися суто монологічного характеру навчання, активніше залучати студентів до обговорення деталей доведення чи способу вирішення завдання, а також застосовувати для проведення практичних занять технологію рівневої диференціації. З усіх сучасних освітніх методик, перерахованих вище, найбільшою мірою до вивчення окремих математичних питань, підходить метод «мозкового штурму», коли студенти не тільки набувають нові математичні знання, а й творчо беруть участь у вирішенні поставлених перед ними задач. При цьому пасивне споживання знань замінюється активною участю в освоєнні нової теми. Практичне застосування методу мозкового штурму при вивченні математики стикається насправді з об'єктивними труднощами, насамперед із недосконалістю методичної бази, а також із недостатньо високим рівнем володіння студентами шкільним курсом математики. Взагалі, остання обставина є серйозною

перешкодою на шляху впровадження будь-яких нових освітніх технологій у викладання математики, оскільки для такого впровадження, в силу специфіки предмета, необхідна наявність гарного базового рівня математичної підготовки. Що ж до методичної бази, її розробка для математичних дисциплін – справа досить трудомістка і вимагає спеціально організованих зусиль.

Зазначимо також, якщо використання у викладанні математики деяких сучасних освітніх технологій або їх елементів було б дуже корисним, то застосування інших може принести істотну шкоду. Насамперед це стосується тестування, якщо його використовувати як єдину форму контролю знань студентів з математики. Будь-які форми проведення іспиту в електронному вигляді суттєво звужують область математичних знань, що перевіряються. У той самий час комп'ютерні технології можна було б ефективно використовувати для організації самостійної роботи студентів протягом семестру і для проміжного контролю знань.

Нині спостерігається стійка тенденція відставання математичної освіти у ВНЗ від розвитку самої науки. Подолання цієї кризи можливе при зміні цілей: від мети набуття знань, умінь і навичок у матеріальній формі, тобто у вигляді науково-теоретичного змісту науки, до мети розвитку учня як особистості, його здібностей та творчого потенціалу. Зазначений погляд на цілі також вимагає відповідного ставлення до змісту, відповідно і до засобів навчання. Цілі розвитку особистості студента ВНЗ, його здібностей та творчого потенціалу вимагають іншого підходу до відбору змісту навчання, ніж існуючий. Поряд із засвоєнням інформації, фактів, самим пошуком, має бути присутнім процес формування знань. Одним із ефективних засобів навчання є використання систем комп'ютерної математики, оскільки їх застосування призводить до різкого розширення математичної практики, а також сфери їх застосування в освіті, наукових та інженерних дослідженнях.

МЕТОДОЛОГІЯ НАБУТТЯ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНЦІЇ ЗА ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ «СХЕМОТЕХНІКА ТА АРХІТЕКТУРА КОМП'ЮТЕРА»

Ю.С.Тарасенко

Університет митної справи та фінансів

Зазвичай, використовуючи методологію пізнання та принципи викладення і навчання «від легкого до складного» та «від загального до конкретного», зі стартових хвилин будь-якої вступної лекції у загальноосвітньому соціумі прийнято спиратися на понятійне трактування використовуваних термінів, виходячи з арсеналу попередньої підготовки студентів або слухачів. У нашому випадку дисципліна «Схемотехніка і архітектура комп'ютера» (САК) реалізується у другому семестрі для першокурсників після викладення їм курсу «Фізика».

Очевидним є те, що у даному випадку наша освітня життєдіяльність та уся супутня сфера буття суттєво залежать від/та безпосередньо впливають на інформаційну область сучасного соціуму на фоні природних, тобто фізичних (від давньогрецької – «природа») та інших соціально-економічних та виробничих процесів, у тому числі і традиційного побуту у тривимірному просторі. У зв'язку з чим безпосереднє викладення САК доцільно починати з понятійного трактування використовуваних сигнальних ознак. У їх основі закладено семантичний (від давньогрецької – «означаючий») та/або математичний опис процесу життєдіяльності сучасної спільноти. При цьому, саме поняття «сигнал» у кожного з нас формувалося з перших днів життя, а далі уточнювалося на наступних її етапах. Фактично воно уточнювалося у процесі

виникнення та оцінки умовних знаків у оточуючому нас світі: на початку у вигляді жестів, поведінки, комунікації за допомогою слів, яке удосконалювалося, і на даний момент є базовим елементом сучасних інформаційних технологій (ІТ). Причому різноманіття сигналів очевидно і у зв'язку із природою свого виникнення виявляються у вигляді акустичних, електричних, магнітних, корпускулярних, променевих, електромагнітних та інших впливів на соціум. Тому їх (сигналів) форми виявлення (регулярні, випадкові), представлення (аналогові, дискретні), обробки (оцінки), зберігання та передачі (комутації) є базовими у ІТ.

До цього часу, через необмежене різноманіття сигнальних ознак відсутнє єдине формулювання самого поняття інформації. У нашому випадку під інформацією розуміємо як дещо пізнавально-загальне [1], насамперед з освітньої та наукової областей буття, що забезпечує достовірність та цілісність у процесі науково-практичної, виробничої, побутової та інших сферах життєдіяльності людини. Будь-яке її (інформації) спотворення, випадкове (несвідоме) та навмисне (заздалегідь продумане) доцільно класифікувати як повідомлення. Причому у останньому випадку можна вважати такі дії хакерською атакою на інформацію. Також, є очевидним, що не кожне повідомлення необхідно вважати інформацією. З точки зору оптимальної фільтрації обробленого (досліджуваного) сигналу вагомими факторами у процесі оцінювання його, наприклад, захищеності від завад та надійності є форми регулярності виявлення (постійні або випадкові) та представлення (аналогові та дискретні) різноманітних видів інформації: телеграфних, телекодових, факсимільних, телевізійних та будь-яких інших умовних з використанням багаточисленного арсеналу кодування як мовних, так і письмових його виявлень.

Як правило, сигнал або його ж сигнальна функція у вигляді математичного представлення підлягають різноманітному виду перетворень у інформаційних технологіях. Причому прийнято вважати, що ІТ – це сукупність методів і інструментарію для збору, обробки, зберігання і комутації інформації (повідомлень) про об'єкт дослідження. Тому ІТ (як можливість оптимізації, а часто і руйнування життєдіяльності соціуму) рідко обходяться без засобів обчислювальної техніки. Останні, у залежності від аналітичного або цифрового представлення та обробки запису сигналу, розробляють у відповідності з вибором їхньої схемотехнічної реалізації (СТР) у вигляді конкретного технічного пристрою, наприклад ноутбука або планшета, що забезпечують можливість оцінювання і аналізу отримуваної інформації з наступним перетворенням, зберіганням або комутацією з новим споживачем.

Описані процеси прийнято оптимізувати, аналізуючи конкретні потенційно-схемотехнічні рішення (схемотехніку) комп'ютерів та ЕОМ, відповідно до вибору більш прогресивної архітектури. Причому при виборі як архітектури, так і її СТР, спочатку прийнято проводити їх структурно-лінгвістичне обґрунтування як за призначенням, так і за відповідної технології створення, із врахуванням яких у майбутньому забезпечують розробку структурно-логічних і функціональних схем (СЛС і СФС) конкретного обчислювального пристрою (ОП). Ці схеми [2] призначені для наступного створення принципів електричних схем, або, як прийнято говорити, їх (ОП) схемотехніку. При цьому використовують поняття «архітектури» ОП у вигляді її (комп'ютера) концептуальної моделі, за якою прийнято вивчати принципи проектування та перспективи їх розвитку (стиль), з урахуванням взаємодії як складових блоків між собою, так і можливим оточенням.

Підтвердженням викладеному вище є приклад реалізації взаємно-кореляційного пристрою (ВКП), що забезпечує оптимальну фільтрацію досліджуваного сигналу на фоні активних або пасивних завад [3]. У даній власній публікації чітко викладена методологія побудови такого пристрою, – від структурно-лінгвістичного

обґрунтування, до конкретного вибору СЛС та СФС, завдяки яким вибудовують принципову електричну схему. Причому у схемотехнічній реалізації ВКП використовується конкретний набір з електронного арсеналу: - інтегруючих, перемножуючих, часозатримувальних та інших елементарних радіотехнічних елементів (резисторів, конденсаторів, діодів, транзисторів і т.д.), область вивчення яких вже відносять до електронної схемотехніки (ЕС), без якої неможливе існування усього комп'ютерного парку.

Таким чином, саме такої послідовності викладання необхідно дотримуватись в алгоритмі вивчення дисципліни «Схемотехніка і архітектура комп'ютера» студентам першого курсу, починаючи з архітектури обчислювальної техніки, а далі, у відповідності до принципу пізнання «від легкого до складного», до послідовного викладення ЕС.

Література

1. Концептуально-гносеологічні аспекти інформаційної безпеки (захищеності) з позицій соціальної інженерії [Текст] / Ю.С.Тарасенко, Соляніков В.Г., Калюжний О.Е. // Системи та технології. – 2020. – № 2(60). С. 92-101.
2. ГОСТ: Единая система конструкторской документации. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению. ГОСТ 2.701-2008.
3. Тарасенко, Ю.С. Фізичні основи радіолокації [Текст]: навч. посіб. / Ю.С.Тарасенко. – Д.: Вид-во «Пороги», 2011.– 487 с.

АСПЕКТИ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПРОФЕСІЙНОГО ПІЗНАННЯ

Ю.С.Тарасенко, В.Ю.Клим

Університет митної справи та фінансів

На основі відомих і добре детально розглянутих у вітчизняних і закордонних публікаціях ціннісних аспектів у вигляді мотиваційних, організаційних і поведінкових стратегій у вищій школі завжди є необхідною конкретна чітка оптимізація щодо забезпечення високого рівня професійного пізнання студентського соціуму. Саме з цих позицій необхідно розглядати, затверджену наказом МОНУ №980 від 04 листопада, «Програму єдиного державного кваліфікаційного іспиту зі спеціальності Кібербезпека на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти», - надалі як ПЄДКІ.

У зв'язку з викладеним, тезисно озвучимо аспекти методології оптимізації реалізації даного наказу, що включають, на основі лінгвістичного опису (змісту) ПЄДКІ, структурно-логічні схеми освітнього циклу з їх наступним перетворенням (трансформацією) у вигляді матричного представлення. Такий запис (матриця) апіорі повинна враховувати та забезпечувати послідовність ціннісних аспектів пізнавальної діяльності студентського соціуму, що і повинно бути передбачено переліком учбових дисциплін та структурою можливостей їх практичної (конкретної) семестрової реалізації. У зв'язку з чим апіорі підсумкова матриця пізнання повинна складатися із синтезу (як операції добутку) семестрових матриць різного рангу. Причому оптимізація такої матриці зводиться до її представлення у вигляді квазидіагональної, де учбові дисципліни відранжовані за критеріями їх значущості, кредитам (об'єму), планованою звітністю та складністю сприйняття. У найпростішому варіанті, через апіорі складність такої трансформації матриці, що відображає сутність освітньо-професійної підготовки (ОПП) за конкретною спеціальністю, її

доцільно замінити структурно-функціональним аналізом ОПП, враховуючи, так званий, ціннісний пріоритет у вигляді зворотнього зв'язку за управлінням освітньою сферою на рівні деканату і вище. Очевидно, що у першу чергу оптимізують дисципліни, що реалізують вагомі і необхідні ознаки предмета або явища, що вивчається, супутні судження (у вигляді затвердження чи спростування їх властивостей) та висновки (як процесу мислення, що послідовно спирається на вихідні судження), що дозволяють із високою достовірністю гідно формувати підсумкову затверджену освіту.

Таким чином, озвучене вище сприяє чіткій конкретизації за фактами, що надаються у вигляді знань про об'єкт вивчення, достовірність якого у процесі навчання є однозначно доведеною, за аксіомами у вигляді положень, що не вимагають доведення, за постулатами у вигляді тверджень, що є науково обґрунтованими та прийнятими на даний момент за істинні, як виконуючі роль аксіом, за принципами, що відображають фундаментально вихідні та основні положення конкретної області професійної підготовки. У зв'язку з чим можна стверджувати, що оптимальність у надійності отримуваної кваліфікації є досяжною за рахунок отриманих у процесі навчання навичок за професійними та суміжними поняттями, їх положенням, судженням та прийнятими фізичними та юридичними законами у даній предметній області, що і є необхідним для успішної підготовки до ЄДКІ.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ СУЧАСНИХ ТРАНСПОРТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

А. І. Кузьменко

Університет митної справи та фінансів

Не зважаючи на військовий стан в Україні, транспорт залишається основним важелем в потужній підтримці економіки країни в секторі вантажних і пасажирських перевезень. Особливу роль відіграє у цій ситуації саме автомобільний транспорт, як самий мобільний, а подекуди – єдиний, що може організовувати перевезення у складних кризових умовах. Безперечно, для України також є дуже важливим розвиток транспортних технологій. І у воєнні часи, і у період поновлення економіки роль транспорту важко переоцінити. Транспортна системи нашої держави, що впевнено крокує до європейського співтовариства, поступово набуває ознак, притаманних транспортним системам сусідніх країн. І одним з ключових моментів подальшого розвитку транспортної галузі України є використання технологій штучного інтелекту на транспорті. Додаткової актуальності цьому науковому напрямку надає те, що під час війни кількість транспортних ризиків та критеріїв невизначеності значно зросла. Фахівці вважають що, будь-який збройний конфлікт не може бути успішно вирішений без використання систем передачі даних, управління та ураження, які, хоча б частково, не містили складову зі штучним інтелектом. Як відомо, штучний інтелект - один з найперспективніших напрямків комп'ютерних наук, який вивчає методи розв'язання задач, для яких не існує способів вирішення. Системи штучного інтелекту можуть оперувати даними та самонавчатися. Сфери застосування таких систем є необмеженими - від створення роботів, які самостійно приймають рішення, до машин з автопілотом.

Використання штучного інтелекту, який є сукупністю технологій, що об'єднують дані, алгоритми та обчислювальні потужності, є одним з досить чутливих питань під час війни. Проектування відноситься до багатофакторних процесів. Учасники, що

здіянні у цьому процесі, повинні володіти великим обсягом знань для прийняття ефективних рішень. Застосування сучасних цифрових інструментів дозволить прискорити проектування об'єктів транспортної інфраструктури і мінімізувати кількість помилок. Однак окремі процеси достатньо складно автоматизувати. До завдань, що можуть вирішуватися штучним інтелектом, можна віднести наступні:

- вибір з бази даних раціональних маршрутів. Для застосування даної опції на першому етапі необхідно сформувати множину проектних рішень конфігурацій автошляхів, на другому етапі – навчити штучну нейронну мережу вибирати доцільні варіанти прокладання маршрутів в залежності від заданих умов експлуатації;

- визначення раціональних місць заправки паливом; технічного огляду, розвантаження - навантаження транспортного засобу за заданим критерієм;

- наскрізний моніторинг проектного рішення щодо завантаження елементів транспортно-логістичного ланцюга доставки вантажів особливого призначення. Оцінка рівня завантаження вказаних елементів повинна базуватися на моделюванні обсягів перевезень та категорій перевезених вантажів, умов поводження з ними на шляху прямування, під час виконання навантажувально-розвантажувальних робіт та на складах тимчасового зберігання;

- візуалізація проектного рішення у тримірному просторі;

- формування динамічної моделі функціонування логістичного підприємства.

Отже, розробка проектного рішення і аналіз результатів проектування можуть здійснюватися шляхом взаємодії проектувальника і штучного інтелекту. Іншими словами, для вирішення вказаних завдань може використовуватися гібридний інтелект.

Застосування гібридного інтелекту ставить більш високі вимоги до технології автоматизованого управління автомобільними перевезеннями і припускає значне перетворення програмного середовища. Програмна складова гібридного інтелекту повинна містити аналітичні процедури, призначені для рекомбінації станційних пристроїв, їх реставрації та виконання інших складних дій з об'єктом транспортної інфраструктури, що проектується. Тут широкого застосування мають отримати нейронні мережі, що отримали велику популярність у практичному використанні при вирішенні суто практичних проблем. Адже вони звільняють дослідника від занурення в тонкощі фізичного процесу і необхідності створення складної фізичної моделі. Необхідно лише знати і розуміти, які фактори впливають на процес, що прогнозується і мати певну кількість фактичних даних щодо поведінки системи при різних ситуаціях, що створилися раніше. Чим більше база таких даних, тим краще можна натренувати мережу і підсилити її здібність прогнозувати поведінку системи у нових умовах, чи наборі вхідних факторів. Наприклад, можна прогнозувати попит на вантажні чи пасажирські перевезення на основі погодних умов і даних попередніх років з метою зниження витрат на організацію подібних перевезень.

Системи зі штучним інтелектом також доцільно використовувати не лише в автоматизації та оптимізації транспортно-логістичних систем, але й в системах збору, обробки та аналізу інформації; командування й управління; протиракетної і протиповітряної оборони; військових системах зв'язку; в інтелектуальних боеприпасах, які здатні самостійно ідентифікувати ціль і визначити траєкторію польоту; прицілах і пристроях відображення оптико електронної інформації; для ідентифікації осіб та визначення місцезнаходження і діагностики стану військовослужбовців; протидії кіберзагрозам; аналізу можливостей підрозділів; під час проведення розмінувань; в робототехніці, а також в метеорологічних системах, для врахування погодних умов під час планування військових операцій. Висока швидкість обробки величезних масивів даних дозволяє істотно скоротити час на прийняття рішень при плануванні та виконанні операцій, а також збільшити ефективність управління військами і зброєю.

Реалізація можливостей ITS потребує поєднання сучасних комп'ютерних технологій та мережі навігаційних супутникових систем. Слід зазначити, що широкого застосування елементів штучного інтелекту при автоматизованому проектуванні об'єктів транспортної інфраструктури поки що немає. Його інтеграція в системи автоматизованого управління автоперевезеннями дозволить вирішувати багатоміжні завдання і суттєво підвищити якість проектних рішень.

- [1] Технології штучного інтелекту: аналітичні матеріали. 156 с. URL: <https://novikov.ua/технологии-искусственного-интеллекта/>
- [2] Філ Саєт, Філ Чарльз. Інтелектуальні транспортні системи. Електронний збірник. URL: https://city2030.org.ua/sites/default/files/documents/GIZ_SUTP_SB4e_Intelligent-Transport-Systems_UA.pdf
- [3] Кузьменко А.І. Аналіз можливостей запровадження інтелектуальних транспортних систем в Україні. 3-я міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні транспортні технології» (Харків, 22-23 листопада 2022 р.): Тези доповідей. Харків: УкрДУЗТ, 2022. с. 33-35.
- [4] Скалозуб, В. В. Ильман В. М. Прикладной системный анализ интеллектуальных систем транспорта: пособие. Д. : Изд-во ДНУЗТ, 2013. 221 с.
- [5] Мигаль В. Д. Інтелектуальні системи в технічній експлуатації автомобілів: моногр. Х.: Майдан, 2018. 262 с.
- [5] Огар О. М., Мороз М. М, Круглова Н. С., Чорний О. С. Перспективи застосування елементів штучного інтелекту в системах автоматизованого проектування залізничних станцій та вузлів. 3-я міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні транспортні технології» (Харків, 22-23 листопада 2022 р.): Тези доповідей. Харків: УкрДУЗТ, 2022. с. 169-170.

НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ТЕХНОЛОГІЙ В УКРАЇНСЬКОМУ БІЗНЕСІ

Язіна В.А.

Університет митної справи та фінансів, м. Дніпро

Поява нових підприємств та розвиток бізнесу в українському суспільстві зумовлює необхідність якісного управління основними бізнес-процесами. Це можливо за умови впровадження інформаційних систем та технологій. Це спричинено швидкими темпами розвитку інформаційного суспільства і активним використанням інформаційних технологій.

Для ефективного економічного розвитку Україні важливо перейти на інноваційну модель розвитку підприємств, який зумовлює використання новітніх технологій у виробництві, розвитку виробничого потенціалу та ефективного управління бізнес-процесами. Сьогодні на вітчизняних підприємствах відбуваються значні перетворення, особливо активно розвивається електронний бізнес. Зростання обсягів інформації, складності інформаційного управління бізнес-процесами потребують ґрунтовного вивчення новітніх інформаційних технологій та процесів. Сьогодні роль інформаційних технологій у виробництві та бізнес процесів складно переоцінити. Вони не лише надають швидкий доступ до інформації, але й дозволяють ефективно здійснювати усі бізнес-процеси. Впровадження інформаційних технологій також дозволяє розширювати ринки, ефективно рекламувати діяльність підприємства, керувати розрахунками та фінансовими процесами. Інформаційні технології значно полегшують процеси прогнозування та планування, а також обробки та зберігання даних.

Глобальна інформатизація усіх галузей життя, а особливо економіки стала центральним соціально-економічним процесом на сучасному етапі. Для ефективного розвитку підприємництва необхідно налагодити самоорганізацію найбільш активної частини населення, що позитивно буде впливати на процеси зниження бідності та

соціальної напруженості в суспільстві. Саме в цій ситуації необхідним є не лише отримання нової інформації, але й вміле застосування сучасних інформаційних технологій. Оскільки пошук ефективних рішень у будь-якій сфері і особливо в підприємстві вимагає обробки великих обсягів інформації, то діяльність підприємств стає неможливою без залучення технічних засобів, які стають головним інформаційним ресурсом підприємства.

У сучасній економічній літературі існують ряд досліджень проблеми застосування інформаційних технологій у бізнес таких авторів як: Т. В. Янчук, М. М. Єрошенко, В. Р. Сафонов, Чуприна М. О., Юрчук Н. П. та ін. Однак, у зв'язку із активним розвитком інформаційного суспільства та тотального впровадження інформаційних технологій у бізнесі, ця тема не втрачає своєї актуальності та потребує подальшого дослідження.

Економісти виділяють такі основні напрями, що впливають на застосування інформаційних систем та технологій: потреби підприємства, потреби користувачів і наявність технічних засобів. Впровадження комп'ютерної інформаційної системи дозволяє переходити на нові методи управління, на якісно новий рівень менеджменту та ведення управлінської діяльності [2, с. 325].

Найширше інформаційні системи та технології застосовуються для реалізації завдань стратегічного і тактичного планування, оперативного управління, обліку і контролю. Більшість облікових завдань не вимагають додаткових витрат вторинної обробки даних оперативного управління. Використання оперативної інформації, отриманої за рахунок функціонування автоматизованої інформаційної системи, допомагає керівнику вирішити багато проблем, такі як збалансованість матеріальних, фінансових і людських ресурсів підприємства, оцінка результатів управлінських рішень, удосконалення системи керування собівартістю товарів і послуг та інших [3, с. 6].

Для ефективної роботи бізнесу широко використовують такі інформаційні системи як: «1С: Підприємство 8.3», 1С «MIRACLE V», Vasula, ETL та інші. Загалом на ринку представлений широкий спектр програмного забезпечення, однак, вітчизняна реальність така, що більшість програм купуються не ліцензійно, а нелегально. Це призводить до виготовлення неякісного програмного забезпечення, неефективного ціноутворення та ненадійності програм. Тому перш ніж впроваджувати сучасні інформаційні технології, підприємству необхідно визначитись, які побажання у них є до тієї чи іншої автоматизованої інформаційної системи. Також, при купівлі програми потрібно пам'ятати, що в сучасних умовах зовнішнє середовище нестабільне та швидко змінюється, і у підприємства бізнес-процеси будуть змінюватися, тому впроваджені ІТ мають легко переналаштовуватися [4, с. 270].

На сьогодні знайти якісну програму, яка містить необхідні для підприємства функції, не складає проблеми. Більшість програм передбачають налаштування під особливості конкретної організації та її вимог. Тому створити досконалу інформаційно-телекомунікаційну інфраструктуру реально швидко і з невеликими витратами як роблять це в європейських країнах. На першому місці по використанню мають стояти ресурсозберігаючі інформаційні технології і програмне забезпечення, які можна в подальшому удосконалити та модернізувати, що мають високу пропускну здатність та якість обслуговування.

Таким чином, для побудови високоефективного бізнесу в Україні, успішної реалізації підприємницької діяльності, а також, приймаючи до уваги те, що в ХХІ столітті цифрова грамотність стала найважливішим особистим та професійним активом, необхідно активно впроваджувати інформаційні технології в усі бізнес-процеси, а також реалізовувати систему навчання та підготовки працівників. Щоб ефективно впровадити інформаційні технології на підприємстві потрібно застосувати наступні процеси:

- пошук нових, креативних ідей, рішень та технологій;
- апробація нових технологій на певному процесі виробництва;
- застосування технологій у роботі всього виробництва;
- оцінка вигоди від впровадження інформаційних технологій.

Використовуючи інформаційні системи та технології, бізнес підприємства мають можливість визначити обсяги виробництва в залежності до попиту у режимі реального часу, виявити нові канали продажів і розміщення, удосконалити організаційну структуру, розробити ефективну структуру виробництва, покращити якість обслуговування і цим підвищити конкурентоспроможність свого підприємства.

Список використаних джерел:

1. Сардак С.Е. Ставицька А.В. Дослідження структури і тенденцій розвитку світового ринку інформаційних технологій. Технологический аудит и резервы производства. 2015. № 4/5. С. 96–100.
2. Чупріна М.О., Шеховцова І.А. Використання ІТ-інструментів для оптимізації управління бізнес-процесами підприємств України. Економічний вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», 2016. № 13. С. 324-329.
3. Юрчук Н.П. Інформаційні системи і технології як інновація у системі управління бізнес-процесами. Ефективна економіка, 2018. № 5. С. 5-8.
4. Янчук Т.В. Значення механізму впровадження інформаційних технологій у господарській діяльності підприємств. Економіка і організація управління. 2016. № 4. С. 269-275.

ЗМІСТ

Секція 1 МАТЕМАТИЧНІ ПРОБЛЕМИ ТЕХНІЧНОЇ МЕХАНІКИ 2022	3
1.1 Nazarenko V., Dovzhyk M. FRACTURE OF COMPOSITE AND HIGHLY ELASTIC MATERIALS AT COMPRESSION ALONG TWO PARALLEL CLOSELY SPACED PENNY-SHAPED CRACKS	3
1.2 Бабешко М.О., Савченко В.Г. ПРО ПОКРАЩЕННЯ ЗБІЖНОСТІ МЕТОДІВ ПОСЛІДОВНИХ НАБЛИЖЕНЬ ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ КРАЙОВИХ ЗАДАЧ ТЕРМОВ'ЯЗКОПЛАСТИЧНОСТІ	4
1.3 Гачкевич О.Р., Козакевич Т.В., Волчанські Т. ПЕВНІ МАТЕРІАЛОЗНАВЧО-МАТЕМАТИЧНІ АСПЕКТИ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ЗАЛИШКОВИХ СТРУКТУРНОГО ТА НАПРУЖЕНОГО СТАНІВ СТАЛЬНИХ ПЛАСТИН ПРИ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОМУ НАГРІВІ ТА ОХОЛОДЖЕННІ	5
1.4 Стеблянюк П.О., Галішин О.З. АЛГОРИТМ РОЗЩЕПЛЕННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ НЕРІВНОМІРНО НАГРІТОЇ ТОНКОСТІННОЇ ШАРУВАТОЇ ОБОЛОНКИ	7
1.5 Ірза Є.М., Козакевич Т.В. ЧИСЛОВА ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ ТЕРМООБРОБКИ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ	9
1.6 Круковський О.П., Круковська В.В., Виноградов Ю.О. ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНОВАНОГО РАМНО-АНКЕРНОГО КРІПЛЕННЯ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ВОДОПРИПЛИВУ У ГІРНИЧУ ВИРОБКУ	10
1.7 Яковенко Н.Д., Сенченков І.К., Васильєва Л.Я. ЕКСТРАПОЛЯЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ МОДЕЛІ ТЕЧІЇ БОДНЕРА-ПАРТОМА ПРИ МОДЕЛЮВАННІ НАДШВИДКИХ ДЕФОРМАЦІЙ	11
1.8 Багно О.М., Шурук Г.І. ВПЛИВ ПІВПРОСТОРУ ІДЕАЛЬНОЇ РІДИНИ НА ПОВЕРХНЕВУ НЕСТІЙКІСТЬ НЕСТИСЛИВОГО ПРУЖНОГО ПІВПРОСТОРУ, ПІДДАНОГО СКІНЧЕННИМ ПОЧАТКОВИМ ДЕФОРМАЦІЯМ	13
1.9 Карнаухов В.Г., Козлов В.І., Зінчук Л.П., Лелюх Ю.І. ЧИСЛОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕРМОЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ ПОВЕДІНКИ ПРОСТОРОВИХ В'ЯЗКОПРУЖНИХ ТІЛ ОБЕРТАННЯ З П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИМИ ВКЛЮЧЕННЯМИ ПРИ ВИМУШЕНИХ КОЛИВАННЯХ	14
1.10 Максимюк В.А., Сторожук Є.А., Чернишенко І.С. ПРО ВРАХУВАННЯ РЕАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОМПОЗИТІВ В РОЗРАХУНКАХ КОНЦЕНТРАЦІЇ НАПРУЖЕНЬ В ТОНКОСТІННИХ ЕЛЕМЕНТАХ РАКЕТНО-КОСМІЧНОЇ ТЕХНІКИ	15
1.11 Steblyanko P.O., Petrov O., Chernyakov Yu., Domichev K. A NONLINEAR PHENOMENOLOGICAL MODEL FOR DESCRIPTION OF THE PROPERTIES OF FORM MEMORY MATERIALS	16
1.12 Сторожук Є.А., Максимюк В.А., Чернишенко І.С. ЧИСЛОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЛІНІЙНОГО ДЕФОРМУВАННЯ ОБОЛОНКОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ РАКЕТ З ОТВОРАМИ	17
1.13 Кобильнік В.А., Ярещенко О. В., Угрімов С. В. РАЦІОНАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ БАГАТОШАРОВИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ПАНЕЛЕЙ ІЗ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ З НАНОАРМУВАННЯМ	18

1.13 Глухов Ю. П. ПРО ОДНУ МОДЕЛЬ ЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ ДЛЯ ПІВПРОСТОРУ З ПОЧАТКОВИМИ НАПРУЖЕННЯМИ. МЕТОД КОМПЛЕКСНИХ ПОТЕНЦІАЛІВ	19
1.15 Мироненко М.Л. МЕТОД ІНТЕГРАЛЬНИХ РІВНЯНЬ В ЗАДАЧАХ КОЛИВАНЬ ОБОЛОНКОВИХ СИСТЕМ З РІДИНОЮ	20
1.16 Кузьменко В.І., Плашенко С.О. ЗВ'ЯЗАНІ КОНТАКТНІ ЗАДАЧІ	21
1.17 Тормахов М.М. МОНІТОРІНГ СТАНУ ПЛАСТИЧНОЇ ТЕЧІЇ	22
1.18 Стеблянюк П.О. МЕТОД ПОКОМПОНЕНТНОГО РОЗЩЕПЛЕННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ НЕСТАЦІОНАРНОГО ТЕРМОПРУЖНОПЛАСТИЧНОГО СТАНУ ПЛАСТИН І ОБОЛОНОК	23
1.19 Гарт Е.Л., Терьохін Б.І. ПРО КОНЦЕНТРАЦІЮ НАПРУЖЕНЬ В ТОНКИХ ПЛАСТИНАХ ТА ЦИЛІНДРИЧНИХ ОБОЛОНКАХ З КРУГОВИМ ОТВОРОМ, ПІДКРІПЛЕНИМ ВКЛЮЧЕННЯМ ІЗ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ГРАДІЄНТНОГО МАТЕРІАЛУ	27
1.20 Гарт Е.Л., Семенча О. О. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ТОНКОСТІННИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ І КОНІЧНИХ ОБОЛОНОК З КРУГОВИМИ ОТВОРАМИ	30
1.21 Сохацький А.В. ДО ПРОБЛЕМИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТУРБУЛЕНТНИХ ТЕЧІЙ НАВКОЛО ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ	32
1.22 Тонкошкур І.С. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕЧІЙ В'ЯЗКОПЛАСТИЧНОЇ РІДИНИ ПО КОНІЧНІЙ ПОВЕРХНІ	33
1.23 Panin K. STRESS-STRAIN STATE OF A PLATE WITH WEDGE-CUT NOTCH UNDER COMPLEX LOADING	34

Секція 2	
ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, МОДЕЛЮВАННЯ В СОЦІАЛЬНІЙ СФЕРІ, ЕКОНОМІЦІ, СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТА ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ, МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ КІБЕРБЕЗПЕКОЮ	36
2.1 Poshyvalov V.P. INCREASING THE RELIABILITY OF CLUSTER INFORMATION PROCESSING SYSTEMS	36
2.2 Зимарьов Є.Д., Тонкошкур І.С. КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ХІРУРГІЧНІЙ ОПЕРАЦІЇ НА ОЧАХ	36
2.3 Стеблюк Н.Ф., Волосова Н.М. ІННОВАЦІЙНЕ ІНВЕСТУВАННЯ В СИСТЕМІ МІЖНАРОДНИХ ЕКОНОМІЧНИХ ВІДНОСИН: ПОБУДОВА ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ	37
2.4 Горожанкіна Н.А. ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА СИСТЕМ В ПРОЦЕСІ ТУРИСТИЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ	39
2.5 Давидчик О.М. ПРО АСИМПТОТИЧНІ РІВНОСТІ ПРИ НАБЛИЖЕННІ ЛІНІЙНИМИ ДОДАТНИМИ ОПЕРАТОРАМИ	41
2.6 Стебляко П.О., Стелюк Б.Б. ЗДІЙСНЕННЯ КІБЕРНЕТИЧНОГО ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ПІДПРИЄМСТВ	42
2.7 Мейш Ю.А., Лебідь В.В. ПРО ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДО ЗАДАЧ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ СПЕЦІАЛЬНИХ ВАНТАЖІВ	44
2.8 Гірман А.П. МЕРЕЖЕВИЙ ІНТЕРНЕТ-ТЕРОРИЗМ	45
2.9 Стелюк Б.Б., Стеблянко П.О. ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ЯК ОБ'ЄКТ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ	47
2.10 Бойко З.В. ВДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯМ ЯКОСТІ У ГОТЕЛЬНОМУ БІЗНЕСІ	50
2.11 Лемешко І.С., Козакова Н.Л. РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ВИПРАВЛЕННЯ ПЕРЕКОСУ ТЕКСТУ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ РОЗПІЗНАВАННЯ ТЕКСТУ НА ЗОБРАЖЕННЯХ	51
2.12 Самодрига О.В., Черницька О.В. ПОБУДОВА НЕЧІТКОЇ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ТРАВНИКОМ	52
2.13 Stroieva V.O., Syanov O.M., Kosenko A.R. MODELING OF THE OPTIMAL PLACEMENT OF SOCIAL ASSISTANCE POINTS DURING THE WAR	53
2.14 Тарасенко Ю.С., Максимчук Н.І. РАДІОФІЗИЧНІ ТА КІБЕРФІЗИЧНІ СИСТЕМИ БЛИЖНЬОЇ ВЗАЄМОДІЇ В УМОВАХ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ	54
2.15 Нестеренко Г. І., Музикін М. І., Стрелко О. Г. ЗАСТОСУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ В УПРАВЛІННІ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВА	56

Секція 3 ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ	58
3.1 Steblyanko P., Krylova T. MANAGEMENT OF INDEPENDENT WORK OF HIGHER EDUCATION APPLICANTS IN THE CONDITIONS OF DISTANCE LEARNING	58
3.2 Крилова Т. ТРАДИЦІЙНІ ТА НЕТРАДИЦІЙНІ МЕТОДИ ПЕДАГОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ	58
3.3 Крилова Т. МОТИВАЦІЯ УЧІННЯ СТУДЕНТІВ	59
3.4 Мейш, Ю.А., Белова М.О. ОСОБЛИВОСТІ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ МОЛОДШИХ КУРСІВ НА КАФЕДРАХ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ УНІВЕРСИТЕТІВ УКРАЇНИ	60
3.5 Волосова Н.М. ПОЄДНАННЯ ТРАДИЦІЙНИХ І НЕТРАДИЦІЙНИХ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ СТУДЕНТІВ ТЕХНІЧНИХ УНІВЕРСИТЕТІВ	61
3.6 Вернигора Д.В., Карімов І.К. МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ПРОЦЕСІВ МІСЦЕВОЇ ТЕРМООБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ КОНСТРУКЦІЙ ПІСЛЯ ЕЛЕКТРОШЛАКОВОГО ЗВАРЮВАННЯ	62
3.7 Карімов І.К., Карімов Г.І. ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ «КОМП'ЮТЕРНІ МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ ЗАДАЧ» З ВИКОРИСТАННЯМ НЕТРАДИЦІЙНИХ МЕТОДІВ І ПРИЙОМІВ	63
3.8 Худа Ж.В., Тонконог Є.А. СУЧАСНІ ОСВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКЛАДАННЯ МАТЕМАТИКИ У ВИЩІЙ ТЕХНІЧНІЙ ШКОЛІ	64
3.9 Тарасенко Ю.С. МЕТОДОЛОГІЯ НАБУТТЯ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНЦІЇ ЗА ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ «СХЕМОТЕХНІКА ТА АРХІТЕКТУРА КОМП'ЮТЕРА»	66
3.10 Тарасенко Ю.С., Клим В.Ю. АСПЕКТИ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПРОФЕСІЙНОГО ПІЗНАННЯ	68
3.11 Кузьменко А. І. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ СУЧАСНИХ ТРАНСПОРТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	69
3.12 Язіна В.А. НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ТЕХНОЛОГІЙ В УКРАЇНСЬКОМУ БІЗНЕСІ	71